

CARLOS RENATO MORENO DE ALMEIDA

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE PRODUÇÃO DE VITAMINAS

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do Diploma de Engenheiro de
Produção

**São Paulo
2008**

CARLOS RENATO MORENO DE ALMEIDA

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE PRODUÇÃO DE VITAMINAS

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do Diploma de Engenheiro de
Produção

ORIENTADOR:
Prof. Mário Sérgio Salerno

**São Paulo
2008**

Almeida, Carlos Renato Moreno de
Análise de Viabilidade Econômica de Produção de Vitaminas
/ C.R.M.Almeida. -- São Paulo, 2008
110p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Análise Econômica 2.Previsão I.Universidade de São Paulo
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção
II.t.

À minha família,
aos meus amigos,
e a todos aqueles que sempre me incentivaram.

Agradecimentos

A toda minha família pelo apoio, compreensão e suporte, não somente durante meus nãoos de vida acadêmica, mas durante todos os anos da minha vida.

A todos os meus amigos verdadeiros, novos e antigos, com as quais aprendi muito durante a faculdade e me apoiei em momentos de fraqueza e necessidade.

Ao meu professor orientador, Mário Sérgio Salerno, que me guiou na produção deste trabalho e sem o qual não teria conseguido realizá-lo.

Aos funcionários da xerox da produção do Osni, que passaram longas horas encadernando todos os trabalhos de formaturas dos alunos da engenharia de produção.

A todos aqueles que um dia cruzaram meu caminho e tiveram alguma contribuição, mesmo que singela, para que um dia eu chegasse no ponto onde estou.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso
sem perder entusiasmo.”
Winston Churchill

Resumo

Com a crescente produção nacional de biodiesel visando adequar nossa matriz energética a um modelo menos nocivo à natureza, um dos subprodutos gerados em escala no processo é a glicerina, que acaba gerando custos desnecessários às empresas produtoras de biodiesel. Encontrar formas alternativas de agregar valor a essa glicerina foi uma das maneiras encontrada por essas empresas para aumentar ainda mais sua competitividade no mercado internacional. O presente estudo visa assim realizar previsões de demanda futura para dois produtos que podem ser originados a partir da glicerina: as vitaminas B3 e B5. Além disso, é avaliado o custo inicial de produção dessas vitaminas para a empresa com a qual trabalhamos, fornecendo-lhe sugestões acerca de sua entrada ou não nesse nicho de mercado.

Palavras-chave: Biodiesel. Vitamina. Niacina. Pantotenato de Cálcio. Previsão de Demanda. Custo Operacional.

Abstract

With the increasing domestic production of biodiesel aiming to adjust our energy matrix model to something less harmful to the nature, one of the byproducts generated in scale in the process is glycerin, which eventually generate unnecessary costs to the companies that produce biodiesel. Finding alternative methods to add value to that glycerin was one of the ways these companies found out to further increase its competitiveness in the international market. This study seeks to achieve estimates of future demand for two products that can be generated from the glycerin: vitamins B3 and B5. Moreover, it is estimated the initial cost of production of these vitamins for the company with which we have worked by giving suggestions for its entry or not in this niche of market.

Keywords: Biodiesel. Niacin. Calcium Pantothenate. Demand Forecast. Operational Cost.

Sumário

1	Introdução.....	13
1.1	Estrutura do Trabalho	13
1.2	Histórico da Empresa.....	13
1.3	Hierarquia da Empresa	15
1.4	Concorrência.....	16
1.5	Ramo de atividade das empresas	18
1.6	O Estágio	18
1.7	Objetivo do Trabalho.....	19
1.8	Justificativa para o Estudo	19
2	Metodologia e Revisão Bibliográfica	24
2.1	Metodologia.....	24
2.2	Finalidade da Previsão de Demanda:.....	25
2.3	Seleção da Classe de Modelo:	26
2.4	Regressão Linear Múltipla.....	31
2.4.1	<i>A Equação Linear (a reta de regressão)</i>	33
2.4.2	Decisão por um tipo de relação	34
2.4.3	Determinação da Equação Matemática	34
2.4.4	O método dos mínimos quadrados	34
2.4.5	Testes de significância estatística	37
2.5	Definição das variáveis do modelo.....	41
2.6	Análise de Sensibilidade.....	42
3	Análise da Indústria de Vitaminas.....	44
3.1	Introdução:.....	44
3.2	Origens da Indústria:	44
3.2.1	Uso das Vitaminas:	44
3.2.2	Métodos de Manufatura das Vitaminas:.....	45
3.2.3	Desenvolvimento Precoce das Indústrias:	46
3.2.4	Vitaminas nos EUA:	46
3.2.5	Diffusão da Manufatura para a Ásia:	47
3.3	Estrutura de Mercado:	47
3.3.1	Concentração do Mercado Fornecedor:.....	49
3.3.2	Concentração dos Compradores:	50
3.3.3	Condições de Entrada:	51
3.3.4	Principais <i>Players</i> do Mercado:.....	52
3.4	Tamanho e Crescimento do Mercado:.....	54
4	Etapas de Análise Final	59
4.1	Parametrização.....	59
4.1.1	Produção Mundial de Vitaminas B3 e B5	59
4.1.2	Produto Interno Bruto (PIB) Mundial	61
4.1.3	População Mundial	62
4.1.4	Índice de Inflação Mundial.....	63
4.1.5	Preço das Vitaminas B3 e B5	64
4.2	Etapas de Conclusão	65
4.3	Cálculo da Demanda Futura	75
4.4	Cálculo do Custo de Produção das Vitaminas.....	77
4.5	Método de Hill.....	78
4.6	Custo de Investimento das Vitaminas	82

4.6.1	Custo de Produção das Vitaminas.....	95
4.7	Conclusões e Análises dos Cenários.....	105
4.7.1	Vitamina B3 – Niacina.....	105
4.7.2	Vitamina B5 – Pantotenato de Cálcio	105
5	Conclusões Finais e Aprendizado Obtido.....	108
	Referências Bibliográficas	109

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1 Introdução

1.1 *Estrutura do Trabalho*

O trabalho aqui apresentado será constituído por cinco capítulos:

No primeiro capítulo haverá uma apresentação da empresa descrevendo o contexto em que o trabalho foi realizado e as atividades exercidas durante o estágio. Também será descrito o problema identificado a ser combatido bem como a solução inicialmente proposta para este.

No capítulo 2 temos uma base teórica mais voltada para a solução proposta apresentando conceitos importantes de desenvolvimento das análises de mercado e de investimento para os produtos estudados, assim como as dificuldades enfrentadas nesse processo. Neste capítulo define-se e explicita-se qual a metodologia a ser adotada para a realização do trabalho.

O capítulo 3 terá uma fundamentação teórica em cima do problema identificado descrevendo os cenários relativos às substâncias estudadas em questão, tanto nacional como internacionalmente, assim como o atual mercado em que elas estão inserida.

No capítulo 4 apresentaremos os resultados calculados e os cenários a serem observados pela empresa ao entrar neste novo nicho de mercado.

No capítulo 5 realizaremos uma conclusão do trabalho com os principais aspectos englobados no mesmo, discussão das dificuldades encontradas e do aprendizado obtido.

1.2 *Histórico da Empresa*

A empresa em que realizei meu programa de estágio, no período compreendido entre julho de 2006 e dezembro de 2007, e onde realizei meu trabalho de formatura é o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. O IPT é uma empresa pública,

vinculada à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de São Paulo.

A empresa tem a sede situada no campus da Cidade Universitária, na Cidade de São Paulo, e pode manter filiais, agências, escritórios ou sucursais em qualquer parte do território nacional, a critério da Diretoria, observadas as prescrições legais. A missão do IPT é atender à demanda de ciência e tecnologia dos setores público e privado, no seu campo de atuação, bem como contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico.

Apesar do estágio ter sido realizado no IPT, os resultados das minhas atividades sempre foram usados pela empresa cliente que contrata o IPT para diversos tipos de projetos. Neste presente caso que analisaremos, a empresa-cliente é a Petróleo Brasileiro S/A – PETROBRAS - e, assim sendo, faço uma breve análise da mesma e do tipo de indústria em que está inserida, similarmente ao que faço com o IPT.

A PETROBRAS é uma companhia integrada que atua na exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo e seus derivados no Brasil e no exterior; empresa de energia com enorme responsabilidade social e profundamente preocupada com a preservação do meio ambiente; é uma companhia que tem a sua trajetória de conquistas premiada por inúmeros recordes e pelo reconhecimento internacional. Possui mais de 100 plataformas de produção, dezesseis refinarias, trinta mil quilômetros em dutos e mais de seis mil postos de combustíveis. Com sede na cidade do Rio de Janeiro, a Petrobras possui escritórios e gerências de administração em importantes cidades brasileiras como Salvador, Brasília

e

São

Paulo.

1.3 Hierarquia da Empresa

➤ IPT

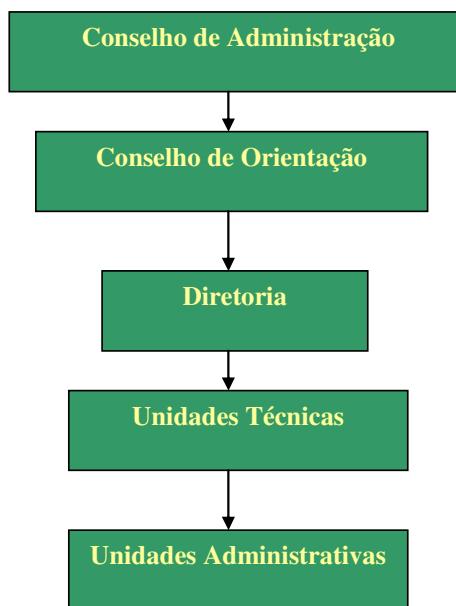


Figura 1.1 – Organograma do IPT

Fonte: elaborado pelo autor

➤ PETROBRAS

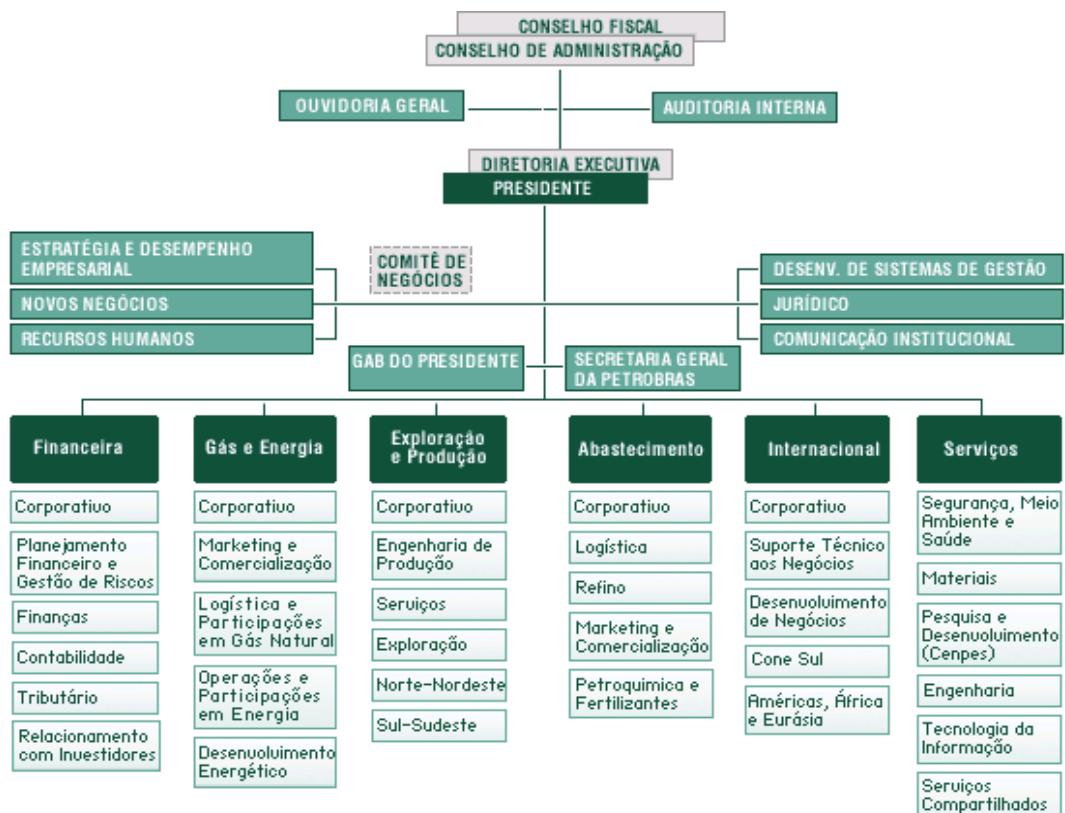


Figura 1.2 – Organograma da PETROBRAS

Fonte: site da PETROBRAS

1.4 Concorrência

Os concorrentes do IPT, de acordo com dados levantados em 2004 pela própria organização, são outros institutos de pesquisa, universidades, centros tecnológicos e principalmente laboratórios particulares. Segue abaixo um gráfico com as porcentagens de projetos (referente ao valor monetário dos projetos) que o IPT perdeu para seus respectivos concorrentes:

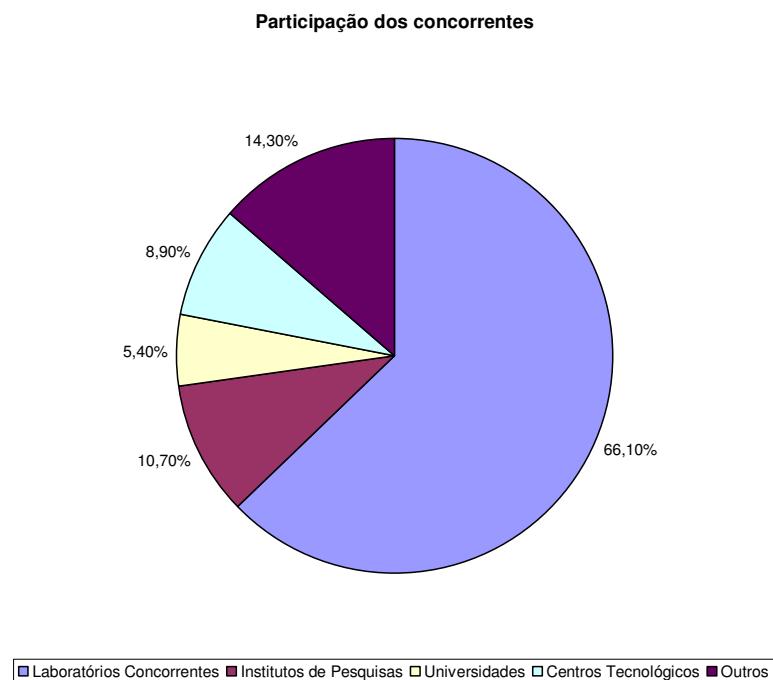


Figura 1.3 – Gráfico dos concorrentes do IPT

Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com uma pesquisa realizada com o instituto para saber as causas que levaram à perda destes clientes para seus concorrentes, obteve-se o resultado apresentado na figura abaixo.

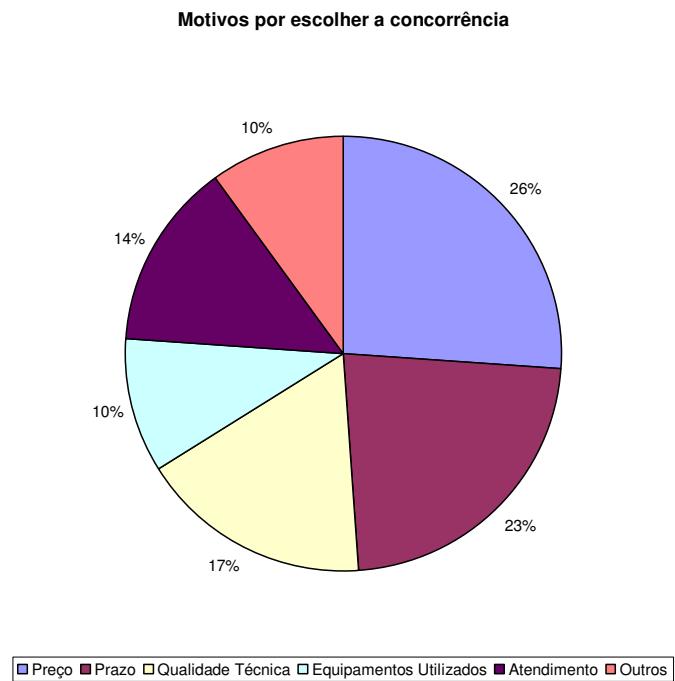


Figura 1.4 – Motivos de perda de clientes

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme podemos observar na figura 1.4, quase metade dos clientes perdidos para a concorrência é motivada pelo preço e pelo prazo para execução da pesquisa.

Analizando o modelo de PORTER de forças competitivas e aplicando-o ao IPT, podemos concluir que as principais forças competitivas no mercado em que o instituto se encaixa são seus concorrentes diretos e potenciais (como, por exemplo, grandes laboratórios e institutos de pesquisa internacionais que venham a se interessar a ingressar no mercado brasileiro) e substituições, ou seja, o surgimento de métodos, técnicas e equipamentos inovadores para realização das pesquisas realizadas pelo IPT.

Com relação ao cenário em que a PETROBRAS está inserida, podemos dizer que seus principais concorrentes são representados pelas grandes empresas petroquímicas existentes ao redor mundo. Assim sendo, de acordo com o modelo de PORTER, as forças competitivas mais relevantes para a indústria em que a PETROBRAS atua são apenas os concorrentes diretos e potenciais.

1.5 Ramo de atividade das empresas

As atividades do IPT estão distribuídas em:

- Pesquisa, desenvolvimento e inovação;
- Serviços tecnológicos, desenvolvimento e apoio metrológico;
- Informação e educação em tecnologia; e apoio a políticas públicas.

Já as atividades da PETROBRAS podem ser descritas como segue:

- Exploração e Produção;
- Gás & Energia;
- Refino;
- Transporte e Armazenamento;
- E Distribuição.

1.6 O Estágio

O programa de estágio no IPT foi realizado no NEAT – Núcleo de Economia e Administração da Tecnologia, departamento que realiza diversos tipos de projetos tanto para o governo do Estado de São Paulo como para empresas externas privadas. As principais atividades realizadas neste programa constituem a análise de mercado de diferentes produtos e tecnologias, com a pesquisa de previsões futuras e de dados de crescimento ao longo do tempo; e a prospecção de novas tecnologias que transformem o negócio de nossos clientes, realizando análises de risco e de estimativas de investimento e de *payback* de seus projetos.

A atividade foco deste trabalho de formatura também constituía uma atividade usual do programa de estágio, que seria a análise de mercado de determinados produtos com o cálculo de seus potenciais e de suas possibilidades de sucesso no futuro.

1.7 **Objetivo do Trabalho**

O objetivo do presente trabalho é realizar a análise de mercado de duas vitaminas (B3 ou niacina e B5 ou pantotenato de cálcio), analisando os riscos de entrada nesse mercado e as possibilidades de ganho de *market share* pela PETROBRAS no mesmo. A escolha pelos produtos vitamina B3 e vitamina B5 foi realizada diretamente pela PETROBRAS com base em estudos preliminares realizados por ela, identificando nestas vitaminas grande potencial de faturamento frente a outros produtos que poderiam também originar-se da glicerina. As seguintes fases deverão ser efetuadas:

- Realizar o levantamento bibliográfico sobre a produção e uso dos produtos no Brasil e no mundo, contemplando uma avaliação dos principais nichos existentes para os mesmos;
- Identificar tendências futuras da taxa de crescimento para esses produtos;
- Analisar as barreiras existentes para a entrada de novos concorrentes no mercado desses produtos.

1.8 **Justificativa para o Estudo**

A expectativa de diminuição das reservas de petróleo com a possibilidade da escassez do mesmo aliado à crescente preocupação com a preservação do meio ambiente que têm sofrido um aumento do nível de poluentes, notadamente pelo gás carbônico (CO₂), maior responsável pelo efeito estufa, em parte pela contribuição das emissões de gases pelos motores movidos a combustíveis fosseis, têm incentivado a busca por combustíveis alternativos visando à sua substituição. O etanol tem sido usado com sucesso para motores do ciclo Otto (ignição por faísca) em substituição parcial ou total da gasolina. Para motores do tipo Diesel (ignição por compressão) tem sido proposto o uso do Biodiesel.

O Biodiesel é um combustível ecologicamente mais favorável para o ambiente. Obtido a partir de etanol apresenta uma contribuição insignificante para o balanço de CO2 na atmosfera e quando queimado em substituição total ao óleo diesel libera 50% a menos de material particulado e 98% a menos de enxofre. Além disso, é biodegradável e não tóxico.

O Governo Brasileiro lançou em 06 de dezembro de 2004 o Marco Regulatório que estabeleceu as condições legais para a introdução do biodiesel na Matriz Energética Brasileira de combustíveis líquidos, de acordo com o PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. A Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. Esse percentual obrigatório será de 5% oito anos após a publicação da referida lei, havendo um percentual obrigatório intermediário de 2% três anos após a publicação da mesma.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia, quando do lançamento do PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, a produção brasileira de diesel em 2004 foi de 34,5 bilhões de litros, complementada pela importação líquida de um adicional de 3,7 bilhões de litros, perfazendo um consumo aparente total de diesel correspondente a 38,2 bilhões de litros em 2004. A previsão de consumo de diesel projetada para 2005 era da ordem de 40 bilhões de litros/ano.

A adição de 2% de biodiesel ao diesel consumido no Brasil cria um mercado interno potencial de 800 milhões de litros/ano o que equivale a um ganho na balança comercial brasileira, com a diminuição das importações de petróleo e derivados, de US\$ 160 milhões/ano. Para a mistura de 5% de biodiesel ao diesel consumido, o ganho na balança comercial brasileira corresponderá a US\$ 400 milhões/ano, se mantida constante a previsão de consumo de diesel de 40 bilhões de litros/ano.

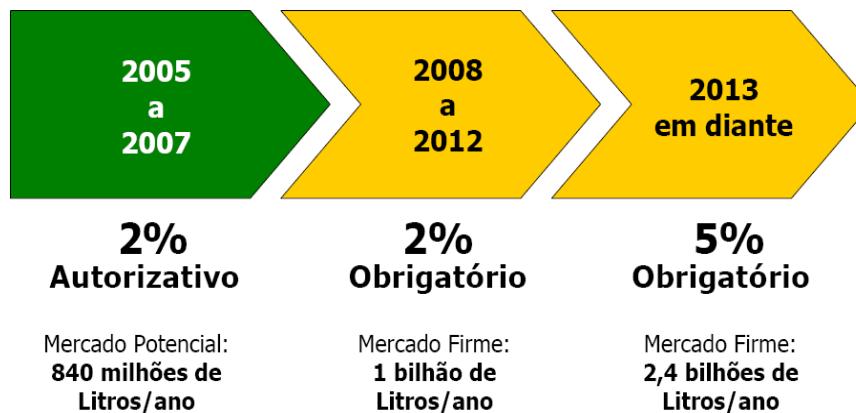


Figura 1.5 – Estimativa do consumo de biodiesel no Brasil

Fonte: Dornelles (2006)

A capacidade instalada de produção de biodiesel no Brasil ainda é modesta, 57 milhões de litros/ano. Contudo, com a medida do governo federal brasileiro que instituiu a obrigatoriedade da mistura de 2% de biodiesel ao diesel já a partir de 01/01/2006, restrita ao volume de biodiesel produzido por produtores detentores do Selo Combustível Social, essa capacidade pode aumentar. A capacidade instalada aproximada para 2006 era de cerca 430 milhões de litros/ano. Abaixo temos um gráfico que mostra a evolução da produção mundial de biodiesel, extraído de LICHT (2006).

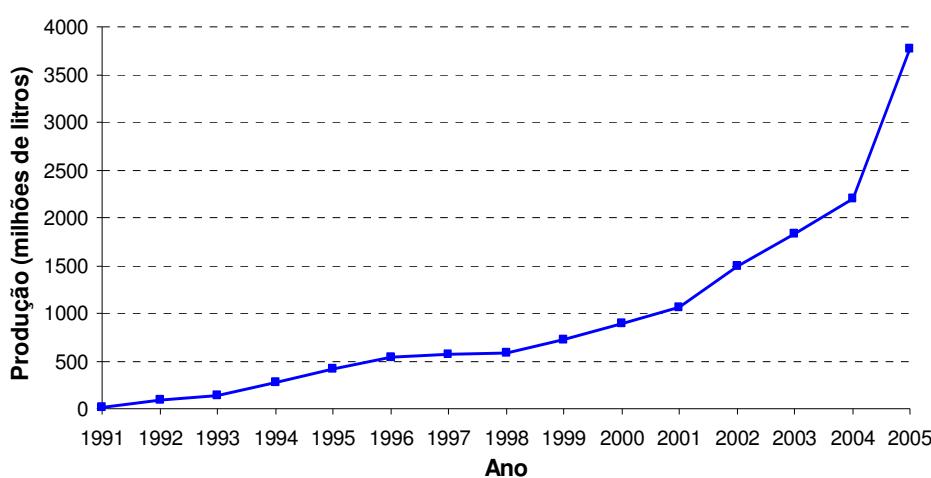


Figura 1.6 – Evolução da produção mundial de biodiesel

Fonte: F.O. Licht (2006)

Os atuais processos de produção geram como subproduto grandes quantidades de glicerina.

A glicerina atualmente ainda tem um bom valor comercial no mercado internacional, mas que, com produção em larga escala de biodiesel, pode se transformar em problema (resíduo). Espera-se que a produção nacional tenha um acréscimo de 60 a 80 mil ton/ano com a adoção do B2 obrigatório triplicando a disponibilidade nacional e cerca de 150 mil ton/ano com a adoção do B5 obrigatório.

O presente trabalho vem ao encontro da busca de alternativas para o uso da glicerina na obtenção de insumos de alto valor agregado como é o caso das vitaminas a serem estudadas.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 Metodologia e Revisão Bibliográfica

2.1 Metodologia

A análise de viabilidade econômica que será necessária para a produção dessas vitaminas constitui apenas uma parte de todo o projeto desenvolvido para a PETROBRAS, que também abrangeu outras atividades, tais como: estudo das melhores rotas tecnológicas para a síntese das vitaminas; análise de viabilidade técnica das soluções encontradas; entre outras. Neste trabalho nos restringiremos apenas à uma parte da análise de mercado, extremamente relevante pois, segundo Woiler, “a análise de mercado não só é o ponto de partida para a elaboração do projeto como também é um de seus aspectos mais importantes”.

Para se realizar uma análise de mercado, devemos dispor dos seguintes fatores:

- Informações de oferta e demanda;
- Região demográfica para determinar localização;
- Preços de venda e custos de comercialização;
- Custo operacional da usina.

Vários são os modelos e métodos existentes na literatura para a realização da previsão de demanda. Cada qual possui suas especificidades e requisitos, assim como suas vantagens e desvantagens. Escolher adequadamente qual o modelo de previsão ideal para a realização do trabalho constitui uma etapa crucial para a boa confiabilidade e desempenho dos resultados a serem atingidos.

Para a correta formulação do modelo, as seguintes fases devem ser seguidas:

- Conceituação do bem ou serviço;
- Análise histórica do consumo;
- Coleta de outros dados relevantes;

- Análises preliminares: crescimento do consumo, evolução da produção e da relação produção / consumo, e comparação com diferentes países;
- Projeção da demanda.

2.2 Finalidade da Previsão de Demanda:

A previsão da demanda constitui ferramenta vital para qualquer decisão a ser tomada acerca de algum produto dentro de uma empresa. Ela permite tomar decisões de extrema importância sobre o montante do capital a ser investido em determinado setor, qual deverá ser a estratégia de atuação no mercado e qual o ganho esperado com tais ações.

O papel desempenhado pela previsão de demanda para a tomada de decisão pode ser melhor visualizado como segue, proposto por Santoro, 2000:



Figura 2.1: Fluxo de informações em previsão de demanda e planejamento

Fonte: SANTORO, 2000

A previsibilidade da demanda de produtos prontos traz as seguintes vantagens:

A possibilidade de fazer planejamentos melhores de produção (trazendo oportunidades de economia de escala de produção e de utilização ótima da capacidade industrial).

A possibilidade de tomar decisões estratégicas com mais segurança, como decisões de atualização do maquinário a fim de aumentar a capacidade de produção e de cooperações inter-empresariais.

A previsão da demanda entra no quadro de prioridades da empresa de modo a auxiliá-la em seu planejamento global. Devemos ressaltar também que a demanda representa um fator externo, fora de controle, que não pode ser totalmente definido pelas ações da empresa.

2.3 Seleção da Classe de Modelo:

Para a escolha do método de previsão, Ballou (2001) os enquadra em três categorias: qualitativo, projeção histórica e causal. Propõe que a diferença entre os grupos resida na acurácia relativa na previsão de longo prazo versus curto prazo, no nível de sofisticação quantitativa usado e na base lógica que os sustenta (dados históricos, opinião de especialistas ou pesquisas).

Segundo Santoro (2000), os modelos podem ser classificados da seguinte maneira:

Quantitativos	Projeção ou Temporais	Admite-se que o futuro será uma reprodução do passado, e não existe preocupação em se conhecer as causas da demanda, mesmo sabendo que elas existem
	Explicação ou causais	Admite-se que a mesma lei de dependência existente no passado prevalecerá no futuro. Existe uma preocupação explícita no porque da demanda.
Qualitativos	Predição	Admite-se que o futuro não guarda relação clara com o passado. As previsões são geradas através do julgamento de especialistas e análise do conhecimento acumulado.

Figura 2.2: Classes de modelo de previsão

Fonte: SANTORO, 2000

Com relação aos métodos qualitativos, dispomos das seguintes opções:

➤ **Pesquisa de Mercado:**

- Levantamentos, através de questionários e entrevistas, dos fatores mais relevantes que influem na preferência do consumidor;
- Menor validade em termos de horizonte de projeção, e menor confiabilidade, por estar suscetível a erros de orientação e interpretação;
- Devido à grande quantidade de dados necessários, a pesquisa pode demorar e custar caro.

➤ **Método Delphi:**

- Obter o consenso de um grupo de especialistas, sem que haja interação pessoal entre eles;
- Envio de uma série de questionários aos especialistas selecionados, readaptando cada questionário de acordo com as respostas do anterior, até se obter um consenso no qual a opinião de todos tenha sido considerada;
- Boa precisão, obtém dados sem viés. O tempo para obtenção de um resultado pode ser longo, e o custo, alto.

➤ **Painel de Especialistas:**

- Idéia é a mesma que no Método Delphi: especialistas, trabalhando em conjunto, podem obter uma boa projeção;
- Só que aqui a comunicação é direta e pessoal, através de uma (ou mais) reunião(ões) desses especialistas;
- O custo e o tempo necessário são sensivelmente menores que no método anterior. Porém, o resultado será influenciado pelas características pessoais de cada membro (liderança, poder de persuasão, prestígio).

➤ **Analogia Histórica:**

- Análise comparativa de um produto a ser lançado com outro similar já existente;
- Precisão razoável para projeções de médio e longo prazo. Pode ser demorada, mas custa relativamente pouco, uma vez que não utiliza computadores.

Analizando agora os métodos quantitativos, temos:

- **Métodos Causais:** regressão linear e regressão múltipla;
- **Método de Séries Temporais:** taxa aritmética, taxa geométrica, taxa ponderada, winters.

A seguir temos uma breve descrição de cada método para que possamos então identificar aquele que melhor se adequa às nossas necessidades:

➤ **Regressão Linear:**

- Estima uma variável dependente (Y) em função de outra independente (X);
- É a fórmula da reta que passa pelos pontos plotados pelas coordenadas X e Y, de forma a produzir a menor soma de desvios (entre a reta e cada ponto) ao quadrado;
- É necessário poder estimar com precisão a variável independente.

➤ **Regressão Múltipla:**

- De forma similar à linear, é utilizada quando se acredita que a adição de outras variáveis aumentará a precisão. Deve-se evitar a tentação de utilizar um número excessivo de variáveis pouco significativas para obter uma falsa sensação de confiança.

➤ **Taxa Aritmética:**

- Calcula-se a média aritmética do crescimento da demanda em um dado intervalo de tempo e utiliza-se essa taxa para projetar a demanda futura.

➤ **Taxa Geométrica:**

- Similar à anterior. A projeção geométrica é menor que a aritmética para valores passados, e depois a ultrapassa, em uma curva ascendente (a aritmética é uma reta).

➤ **Taxa Ponderada:**

- Dá maior peso para a informação mais recente, de modo que mudanças de tendência são incorporadas mais rapidamente. Entretanto, são mais sensíveis a fatores aleatórios.

Depois de estabelecidas as bases conceituais existentes na literatura, devemos então escolher qual a técnica a ser utilizada. Primeiramente devemos decidir qual o modelo a ser adotado, se quantitativo ou qualitativo. De acordo com MAKRIDAKIS (1983), os seguintes aspectos devem ser considerados no momento da decisão:

Tipo de Situação de Previsão	Informação Quantitativa Suficiente está disponível	Método de Séries Temporais
		Métodos Causais
	Pouca ou nenhuma informação quantitativa está disponível, mas existe conhecimento qualitativo suficiente	Métodos Exploratórios
		Métodos Normativos

Figura 2.3 – Situações de Previsão

Fonte: Makridakis, 1983

Quanto ao processo de previsão há alguns passos básicos a serem seguidos para que seja implementado com êxito. Os passos enumerados a seguir são propostos por MAKRIDAKIS et al. (1998), com algumas adaptações propostas por outros autores:

- Definição do problema – esta etapa consiste na definição do propósito da previsão da empresa e na identificação das características chaves da previsão, ou seja, que particularidades do negócio podem influenciar na previsão, nesta fase defini-se também como e porque as previsões serão usadas, como deve ser estruturada a coleta

de dados e qual o nível de detalhe e freqüência com que devem ser realizadas as previsões;

- Coleta de informações – segundo HANKE (1995), esta é, provavelmente, uma das fases mais demoradas e difíceis de todo o processo. Está relacionada com a importância de coletar dados adequados e estar certo que eles estão corretos;
- Ajuste dos dados – uma vez que os dados tiverem sido coletados, deve-se verificar se estes são suficientes para a implantação de métodos quantitativos podendo comprometer a precisão das previsões;
- Análise explanatória dos dados – nesta etapa deve-se buscar entender o que os dados exprimem. Existem padrões consistentes ou tendências significativas? Há sazonalidade importante? Algumas ferramentas básicas como inspeções visuais dos dados ou publicações de estatísticas básicas (como média e desvio padrão), já ajudam a responder estas questões para muitos casos. Tais análises ajudarão a selecionar um grupo de métodos quantitativos mais adequados para cada situação
- Escolha do método mais adequado. Esta fase envolve a escolha do método mais adequado entre os vários métodos quantitativos pré-selecionados na etapa anterior. HANKE (1995) considera-se importante analisar os seguintes fatores:
 - Horizonte de previsão;
 - Disponibilidade de dados;
 - Custo de coleta e armazenamento de dados e custo de desenvolvimento e monitoramento do modelo;
 - Complexidade da técnica – este é um dos aspectos mais importantes a ser considerado. Se um método for barato e de extrema precisão, porém complexo para o tomador de decisão terá pouca ou nenhuma utilidade. HANKE (1998)

enfatiza que não é essencial que o método apresente elaborado processo matemático, mas que seja oportuno, preciso e entendido pelo gestor;

- Precisão da técnica.

Assim sendo adotaremos o método quantitativo para a realização do estudo. Dentro deste conjunto, devemos agora escolher qual a técnica ser utilizada. O Método da Regressão Linear Múltipla mostra-se o mais viável para os nossos objetivos uma vez que não requer a integração dos especialistas acerca das opiniões com relação ao mercado e por ser confiável. Além disso, o IPT possui diversos especialistas no setor que podem opinar sobre quais as principais variáveis a serem consideradas na elaboração deste estudo.

2.4 Regressão Linear Múltipla

A regressão e a correlação são técnicas utilizadas para estimar uma relação que possa existir na população, enquanto as técnicas de Medidas de Tendência Central e de Dispersão (Média, Desvio Padrão, Variância, etc.) servem para estimar um único parâmetro populacional.

A regressão múltipla envolve três ou mais variáveis, portanto, estimadores. Ou seja, existe uma única variável dependente, porém duas ou mais variáveis independentes (explanatórias).

A finalidade das variáveis independentes adicionais é melhorar a capacidade de predição em confronto com a regressão linear simples. Isto é, reduzir o coeficiente do intercepto, o qual, em regressão, significa a parte da variável dependente explicada por outras variáveis, que não a considerada no modelo.

Mesmo quando estamos interessados no efeito de apenas uma das variáveis, é aconselhável incluir as outras capazes de afetar Y, efetuando uma análise de regressão múltipla, por 2 razões:

Para reduzir os resíduos estocásticos. Reduzindo-se a variância residual (erro padrão da estimativa), aumenta a força dos testes de significância;

Para eliminar a tendenciosidade que poderia resultar se simplesmente ignorássemos uma variável que afeta Y substancialmente.

O ideal é obter o mais alto relacionamento explanatório com o mínimo de variáveis independentes, sobretudo em virtude do custo na obtenção de dados para muitas variáveis e também pela necessidade de observações adicionais para compensar a perda de graus de liberdade decorrente da introdução de mais variáveis independentes.

A análise de correlação e regressão compreende a análise de dados amostrais para saber se e como duas ou mais variáveis estão relacionadas uma com a outra numa população.

A correlação mede a força, ou grau, de relacionamento entre duas variáveis; a regressão dá a equação que descreve o relacionamento em termos matemáticos.

Os dados para análise de regressão e correlação provêm de observações de variáveis emparelhadas. Na regressão pressupõe-se alguma relação de causa e efeito, de explanação do comportamento entre as variáveis, por exemplo: a idade e a altura de cada indivíduo; a alíquota de imposto e a arrecadação; preço e quantidade; etc.

A regressão linear simples constitui uma tentativa de estabelecer uma equação matemática linear (linha reta) que descreva o relacionamento entre duas variáveis.

Há diversas formas de utilização de equações de regressão:

- Estimar valores de uma variável, com base em valores conhecidos da outra;
- Em situações em que as duas variáveis medem aproximadamente a mesma coisa, mas uma delas é relativamente dispendiosa, ou difícil de lidar, enquanto a outra não;
- Explicar valores de uma variável em termos da outra, ou seja, confirmar uma relação de causa e efeito entre duas variáveis;

- Predizer valores futuros de uma variável. Exemplos: aplicar testes para avaliar o sucesso de um ingressante na escola ou no emprego.

2.4.1 A Equação Linear (a reta de regressão)

A equação da regressão múltipla tem a forma seguinte:

$Y_c = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$, onde:

a = intercepto do eixo y;

b_i = coeficiente angular da i -ésima variável;

k = número de variáveis independentes.

ou, como define WONNACOTT (1981, p. 326):

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \gamma z_i + e_i$$

β é interpretado geometricamente como o coeficiente angular do plano, na medida em que nos deslocamos na direção do eixo dos X's, mantendo Z constante: β é, assim, o efeito marginal da variável X sobre Y.

γ é o coeficiente do plano na medida em que nos movemos na direção do eixo dos Z's, mantendo X constante: γ é, assim, o efeito marginal da variável Z sobre Y.

Enquanto uma regressão simples de duas variáveis resulta na equação de uma reta, um problema de três variáveis implica num plano, e um problema de k variáveis implica em um hiperplano.

Na regressão múltipla, as estimativas dos mínimos quadrados são obtidas pela escolha dos estimadores que minimizam a soma dos quadrados dos desvios entre os valores observados Y_i e os valores ajustados Y_c .

2.4.2 Decisão por um tipo de relação

Nem todas as situações são bem aproximadas por uma equação linear. Quando os dados não podem ser aproximados por um modelo linear, as alternativas são procurar um modelo não-linear conveniente, ou transformar os dados para a forma linear. Por exemplo, a conversão de uma ou de ambas as escalas em logaritmos dá por vezes um modelo linear.

2.4.3 Determinação da Equação Matemática

Na regressão, os valores y são preditos com base em valores dados ou conhecidos de x . A variável y é chamada variável dependente, e a variável x , variável independente. Para obter os valores dos coeficientes a e b , existem 2 critérios (Lapponi, p.345):

- Ajustar uma reta horizontal de valor igual à média dos valores de y , isto é, \bar{Y} , pois a medida é uma reta de regressão com $b=0$;
- Ajustar uma reta que divida os pontos observados de forma que a soma dos desvios seja nula. No entanto, a simples soma dos desvios leva à compensação dos desvios positivos e negativos.

2.4.4 O método dos mínimos quadrados

O critério é encontrar os coeficientes a e b da reta de regressão que minimizem a soma dos quadrados dos desvios.

Características importantes:

- A soma dos desvios verticais dos pontos em relação à reta é zero;
- A soma dos quadrados desses desvios é mínima (isto é, nenhuma outra reta daria menor soma de quadrados de tais desvios).

Simbolicamente, o valor que é minimizado é:

$$\sum d_i^2 = \sum (y_i - y_c)^2$$

Onde:

y_i = valor observado de y ;

y_c = o valor calculado de y utilizando-se a equação de mínimos quadrados com o valor de x correspondente a y_i .

Os coeficientes são calculados pelas fórmulas abaixo. Tendo presente que $\text{Cov}(x, y) = r_{xy} \sigma_x \sigma_y$, o coeficiente b será igual a estas quatro fórmulas possíveis:

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\text{Var}(x)} = \frac{r_{xy} \sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2} = r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} = \bar{Y} - b \bar{X}$$

Fatos importantes da equação de regressão:

- Trata-se de uma média;
- Seria muito arriscado extrapolar essa equação para fora do âmbito dos dados;
- A reta de regressão tem a interessante propriedade de passar sempre pelo ponto (x, y) .

Uma vantagem adicional destas várias formas de cálculo é que com os mesmos dados é possível calcular as duas possíveis retas de regressão linear, permutando as variáveis de dependente (Y) para independente (X) e vice-versa, tendo presente que:

- O valor do coeficiente b é obtido como resultado da divisão da covariância das duas variáveis aleatórias pela variância da variável independente;
- O valor do coeficiente a é obtido como resultado da subtração da média da variável dependente menos o produto do coeficiente b pela média da variável independente;
- Isto poderá indicar o sentido da relação causa-efeito ou explanatória.

Minimizar a soma dos quadrados dos desvios não garante que se tenha obtido a melhor reta ajustada, é apenas uma propriedade desejada de ajuste de reta. (Lapponi, p. 346).

O método de ajuste dos mínimos quadrados é preferível porque:

- Obtém as melhores estimativas, isto é, as estimativas não terão tendenciosidade;
- Onera os desvios maiores, fato desejável que evita grandes desvios;
- Permite realizar testes de significância na equação de regressão;
- A reta de regressão passa pelo ponto formado pelos valores das médias das duas séries de observações.

A regressão linear múltipla é um método eficiente para variáveis bem comportadas ou que não apresentem multicolinearidade, que ocorre quando duas ou mais variáveis independentes apresentam correlação. Para evitar o problema de colinearidade, a matriz de correlações entre as variáveis independentes deve ser analisada. Como regra geral, se a correlação entre duas variáveis for superior a 0,70, pode haver problemas de colinearidade. Esta regra, no entanto, é ineficiente quando combinações de variáveis independentes apresentam correlação. Uma alternativa então, seria analisar a correlação entre cada variável independente e todas as possíveis combinações entre as demais variáveis independentes.

Olhando para o coeficiente de correlação R^2 , o problema da colinearidade também pode ser identificado quando este coeficiente é alto e no entanto, todos os coeficientes de regressão são estatisticamente insignificantes.

Para eliminar o problema da colinearidade, algumas variáveis independentes podem ser removidas após a análise das correlações.

Uma observação importante da análise de regressão múltipla é que a existência de correlação entre uma variável independente e um conjunto de variáveis independentes não significa uma relação de causalidade, mas apenas uma relação estatística.

Nenhum modelo de previsão produz previsões perfeitas, no caso extremo teremos um erro que corresponde somente a variações aleatórias imprevisíveis. Por isso, obedecidas as hipóteses básicas e o modelo já ajustado deve-se proceder com uma análise dos indicadores referentes a qualidade do modelo apresentado, uma vez que se estas premissas não forem atendidas não se pode rejeitar a hipótese nula de que o modelo não possui robustez.

2.4.5 Testes de significância estatística

Testes de significância estatística são usados para inferir características de uma população, com base em uma amostra. Estes testes estão ligados à probabilidade de que os resultados observados na amostra não sejam relacionados à população.

Para comprovar a veracidade e a confiabilidade do modelo a ser estimado serão realizados alguns testes estatísticos.

Segundo HOFFMANN & VIEIRA (1998) os testes estatísticos que devem ser feitos em um modelo de regressão linear múltipla são:

Colinearidade

A colinearidade indica o relacionamento, ou a correlação, entre duas ou mais (multicolinearidade) variáveis independentes.

As altas colinearidades que são, portanto resultantes de alta correlação ou redundância entre as variáveis independentes devem ser evitadas.

Coeficiente de Determinação – R2

Descobrir qual variável explicativa utilizar não é tarefa fácil. Muitas vezes não existe apenas uma. No caso da regressão simples esta tarefa é mais simples que na regressão

múltipla. Uma forma simples para se verificar se existe uma forte relação entre duas variáveis é calcular o coeficiente de Pearson (mais conhecido como R) entre estas variáveis.

Este coeficiente representa o grau de associação entre duas variáveis. Seu valor pode variar entre -1 e 1. Quanto maior seu valor absoluto, maior é o grau de associação entre as variáveis. O sinal indica se a correlação é positiva ou negativa, isto é, se um aumento no valor de uma das variáveis está associado a um aumento ou uma diminuição no valor da outra variável, respectivamente.

Elevando-se o coeficiente de correlação ao quadrado obtém-se o coeficiente de determinação que é a proporção da variância dos y observados, explicada por uma equação de regressão ajustada, e é representado por R^2 . Quando o valor do coeficiente de determinação da regressão linear múltipla (R^2) apresenta valores próximos de 1, significa que as diversas variáveis utilizadas no modelo de regressão são responsáveis quase que totalmente pela variabilidade de y.

Segundo VANNI (1998), normalmente um ajustamento entre 65% e 75% pode ser considerado regular, entre 75% e 85% pode ser considerado bom e acima de 85% pode ser considerado ótimo. Abaixo de 60% demonstra que as variáveis independentes x não explicam com segurança a variação de y.

Teste t de Student

O teste t de student é utilizado para verificar a significância de cada parâmetro do modelo de regressão, ou seja, nos diz se os valores dos coeficientes encontrados são significativamente diferente de zero.

O parâmetro estatístico calculado, $t_{calculado}$, deve ser maior que o $t_{tabelado}$ ($n-k-1$), onde k é o número de regressores e n é o tamanho da amostra.

Este teste verifica a hipótese (H_0) de a variável independente não exercer influência sobre a variável dependente. Após a comparação do $t_{calculado}$ com o $t_{tabelado}$ chega-se a:

- $t_{calculado} > t_{tabelado}$ – Rejeita-se a hipótese nula (H_0), ou seja o parâmetro é significativo
- $t_{calculado} < t_{tabelado}$ – Aceita-se a hipótese nula (H_0), ou seja o parâmetro não é significativo.

Teste F de Snedecor

Segundo HOFFMANN & VIEIRA (1998) a maneira de se testar a significância global de um modelo, e de verificar a estabilidade da estrutura do modelo, ou seja, verificar a significância conjunta dos parâmetros das variáveis explicativas sobre a variável dependente, é por meio da razão de F de Snedecor (significância de F).

Esta razão F compara a variação explicada com a variação não explicada da variável dependente. Essa relação tem distribuição F, com k e $(n-k-1)$ graus de liberdade, sendo k o número de regressores e n o tamanho da amostra. Então, compara-se o parâmetro estatístico calculado $F_{calculado}$ com o $F_{tabelado}$ ($k, n-k-1$). Sendo $F_{calculado} > F_{tabelado}$, rejeita-se a hipótese nula de não existência de relação linear, ou seja, aceita-se a equação de regressão.

Valor de Probabilidade (p-valor)

O p-valor, ou valor de probabilidade é a probabilidade de a distribuição t de student tomar um valor igual ou superior ao valor absoluto da estatística de teste.

Assim, basta comparar o p-valor ao nível de significância desejado, se o primeiro for menor, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, quanto menor for o p-valor, maior o nível de

significância da estimativa e maior a confiança que se pode ter de que o coeficiente teórico não é igual a zero.

p-valor < α – rejeita-se H_0

Apesar das dificuldades na determinação das variáveis e construção dos modelos, HUSSEY & HOOLEY (1995) mostraram que a análise de regressão é a técnica estatística mais utilizada nas empresas européias. A popularidade das técnicas de regressão deve-se a pelo menos dois fatores (GROSS & PETERSON, 1983):

- São de fácil compreensão, mesmo para aqueles sem profundos conhecimentos matemáticos ou estatísticos;
- Resulta de boa acurácia para a maior parte das aplicações.

Certamente, os modelos de regressão são os que oferecem maior capacidade explicativa para as variações nos dados, já que é possível enxergar a relação matemática entre as variáveis explicitamente. Mas de acordo com ZHOU (1999), eles nem sempre oferecem as melhores previsões.

A maior parte das limitações das regressões está relacionada aos pressupostos que foram assumidos para a formulação das equações e determinação dos parâmetros ideais. Os pressupostos assumidos ao se desenvolver um modelo de regressão qualquer com n pares de observações disponíveis, são segundo NEWBOLD (1995):

- Os valores de x_i são números fixos ou realizações de variáveis aleatórias X_i , que são independentes do erro u ;
- Os termos de erro u são variáveis aleatórias com média zero;
- Não é possível determinar um grupo de números c_0, \dots, c_k de forma que:

$$\circ \quad c + c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_kx_k = 0$$

- ou seja, as variáveis independentes não estão correlacionadas.

2.5 Definição das variáveis do modelo

Um dos tópicos que merece grande atenção quando está se tratando de um problema de regressão múltipla é a seleção das variáveis independentes que virão a compor o modelo. Um modelo com poucas variáveis pode não estar captando bem o comportamento da variável dependente, ao passo que um modelo com muitas variáveis independentes, além de tornar mais complexa a tarefa de usá-lo para prever o comportamento da variável dependente, podem surgir problemas de multicolinearidade.

Segundo MAKRIDAKIS et al. (1998) o primeiro passo para a seleção de variáveis independentes é o levantamento de todas as variáveis quantificáveis que podem ter influência na variável de interesse. Esta fase envolve o entendimento de aspectos qualitativos do problema que está sendo tratado e a opinião de especialistas do setor estudado deve ser levada em consideração.

Após a seleção das candidatas à variável independente deve-se escolher, dentre elas, quais irão compor o modelo. O método mais intuitivo e direto para tal escolha seria:

- Descartar as variáveis que não apresentem alta correlação com a variável dependente;
- Analisar as correlações entre as possíveis variáveis independentes e, quando houver uma alta correlação, descartar uma das variáveis.

A variável dependente deve ser capaz de exprimir a evolução da demanda pelas vitaminas B3 e B5 no mercado internacional, uma vez que é este o parâmetro que se deseja prever.

Na falta de dados consolidados sobre importação e exportação de vitaminas B3 e B5 no mercado mundial, será considerado que a demanda mundial é exatamente igual à produção mundial dessas vitaminas, uma vez que dispomos desses dados.

Segundo COSTA (1994), este passo na formulação de modelos é mais uma arte do que uma ciência, desde que requer entendimento do ambiente que afeta a variável dependente a ser projetada.

As variáveis independentes consideradas nesta etapa são o PIB, a população mundial, o índice de inflação mundial e o preço das vitaminas.

A justificativa para a seleção destas variáveis, bem como as descrições das mesmas são feitas nas linhas que se seguem. Vale ressaltar que a seleção das variáveis foi feita com base na consulta a especialistas e literatura, mas o tratamento estatístico se encarregará de confirmar (ou não) a eficiência da triagem. As variáveis poderão ser incluídas ou descartadas do modelo final conforme avançamos no procedimento.

2.6 Análise de Sensibilidade

A partir do modelo aqui proposto e utilizando-se a planilha desenvolvida no Microsoft Excel para simulação do valor do custo de produção das vitaminas, é possível gerar novas simulações a partir de dados diferentes dos já utilizados. Isso significa realizar uma análise de sensibilidade, ou seja, variar parâmetros de entrada do modelo de simulação com o objetivo de se avaliar o impacto nos resultados.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE VITAMINAS

3 Análise da Indústria de Vitaminas

3.1 *Introdução:*

Neste capítulo faremos uma contextualização do mercado de vitaminas, no Brasil e no Mundo, identificados os principais players e as condições de entrada neste mercado.

3.2 *Origens da Indústria:*

Na virada do século 20 Basel, na Suíça, torna-se o centro europeu da indústria química e farmacêutica, atrás apenas da Alemanha na Europa. Felix Hoffmann La Roche torna-se o fundador de uma parceria manufatureira farmacêutica, futura Roche Holdings.

Basel era intitulada como a Capital Mundial dos Cartéis Globais, além de tornar-se foco de cartel de ácido cítrico e de vitaminas. Na época o cartel de vitaminas era chamado de “Mãe de todos os cartéis globais”.

De 1988 a 1992, 21 empresas químicas se uniram a cartéis de vitaminas no atacado, e o número de mercados afetados por esses cartéis cresceu para 16 produtos distintos, com vendas totais que excediam \$30 bilhões. As atividades dos cartéis duraram cerca de 15 anos.

3.2.1 *Uso das Vitaminas:*

Hoje metade das vendas de vitaminas no atacado é para a classe animal. Vitaminas dedicadas à ração animal têm desconto com relação às vitaminas para consumo humano (entre 5% e 15%, exceto para vitaminas A e E que pode chegar a 50%). Novos entrantes no mercado de vitaminas geralmente começam a fabricar vitaminas para ração animal para depois oferecer produtos com qualidade farmacêutica.

As indústrias alimentícias de muitos países compram grandes quantidades de vitaminas A, B1, B2, B3, B6, ácido fólico e C para fortificar uma grande gama de alimentos e bebidas. A fortificação dos alimentos representa um quarto da demanda mundial de vitaminas

no atacado. Cabe ressaltar que usos farmacêuticos são maiores nos EUA do que no resto do mundo.

Abaixo temos um quadro, extraído de CONNOR (2007), com o tamanho relativo dos canais para vitaminas:

Tabela 3.1 – Tamanho Relativo dos Canais de Vitaminas

Tamanho Relativo dos Canais farmacêutico, de alimentação e de ração animal para Vitaminas						
Produto	Mundo 1987 - 1998			EUA - 1990 - 1998		
	Ração	Alimentação	Farmacêutico	Ração	Alimentação	Farmacêutico
<i>Porcentagem*</i>						
E	73	3	23	34	13	52
C	8	50	42	1	66	33
A	87	6	7	85	7	8
B4	100	0	0	100	0	0
B5	69	3	22	40	9	51
B2	75	8	17	18	31	51
B3	73	11	14	43	25	32
B6	42	8	49	1	14	85
H	85	4	10	75	7	18
B12	58	2	40	30	3	67
B12	35	16	49	1	24	75
D3	93	3	4	43	0	57
B9	79	17	15	16	44	40
Beta caroteno	8	64	28	10	47	44
Outros carotenóides	92	7	1	23	77	1
Total	43	26	30	40	24	36

*Porcentagem do valor das vendas

Fonte: Connor, 2007

3.2.2 Métodos de Manufatura das Vitaminas:

O expertise necessário para dominar o know-how de processos sintéticos pode levar décadas para ser adquirido. As principais barreiras existentes nesse caso são: plantas que usam métodos sintéticos são complexas e grandes em escala; custos baixos são atingidos apenas operando quase a toda capacidade.

Já o processo biotecnológico é mais simples, sendo que sua simplicidade permite a comercialização das vitaminas em escalas menores de produção quando comparada à dos processos sintéticos (metade dos anos 90: quase 30 empresas japonesas estavam usando a biotecnologia).

Em 1999, Daiichi e Lonza começam a fabricar vitaminas B5 e B3 com processos superiores (para a maioria das vitaminas não houve grandes mudanças na tecnologia de produção de 1980 a 1999). O método mais comum hoje para a produção de vitaminas é síntese química.

3.2.3 Desenvolvimento Precoce das Indústrias:

O desenvolvimento da indústria de vitaminas ocorreu primeiramente na Alemanha, Suíça e EUA, e isso se deveu a:

- Fortes proteções de patentes para novos produtos e processos;
- Grande incentivo para pesquisa nas universidades;
- A década de 30 apresentou o maior crescimento para a indústria química em geral e para a farmacêutica em particular.

3.2.4 Vitaminas nos EUA:

A companhia Merck & Co tornou-se a maior empresa farmacêutica de P&D nos EUA nos anos 30. No fim da década de 30, as vitaminas B1, B2, B3, B5, B6 e C constituíam um grande share das vendas totais da Merck.

Alguns dados são interessantes de serem destacados neste cenário:

- Em 1933: vitamina C vendida a \$7.515 / kg;
- 1938: \$97 / kg;
- 1970: \$10 / kg.
- 1936: vitamina B1 vendida a \$300.000 / kg;
- 1941: \$1.750 / kg;
- Final dos anos 70: \$30 / kg.

Nos anos 30 há o início da produção comercial (em larga escala) de vitaminas A, D, B2 e B5.

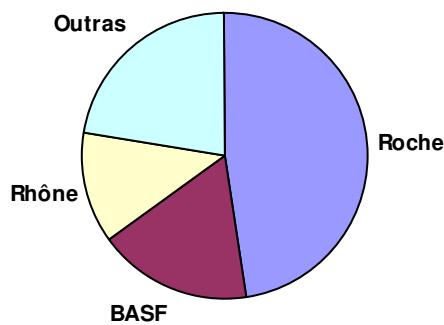
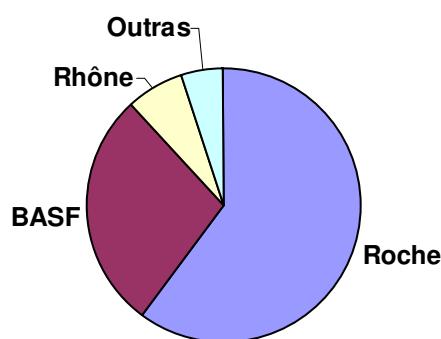
3.2.5 Difusão da Manufatura para a Ásia:

As pesquisas em vitaminas começaram no Japão nos final dos anos 30 (companhia Takeda foi a primeira). A produção em larga escala no Japão começa nos anos 50 e 60 (na maioria dos casos porque as patentes de produção tinham expirado). Nos anos 90, Takeda torna-se o segundo maior manufatureiro das vitaminas B1, C e ácido fólico, e o terceiro nas vitaminas B2 e B6. O segundo maior produtor de vitaminas japonês na época era Eisai Co e o terceiro era Daiichi, que depois se tornou o segundo maior fornecedor de vitaminas B5 e B6 no mundo.

Outros importantes produtores eram: Mitsui (B4), Alps Pharma (B5), Tanabe (B2), Sumitomo (biotina e ácido fólico), Nippon Chemical (B12), e Kongo (ácido fólico). As exportações japonesas para a Europa e América do Norte aumentaram muito no final dos anos 80. Ao mesmo tempo, as companhias farmacêuticas dos EUA deixaram o mercado. No começo dos anos 80 empresas químicas chinesas começaram a imitar o sucesso de suas rivais japonesas. Em 1990, um grande número de pequenas empresas na China a tinham colocado como a 4^a maior manufatureira de vitaminas no mundo.

3.3 Estrutura de Mercado:

A Roche foi a companhia produtora dominante na década de 30. Nos anos 90, ela ainda possuía 50% do share global de suas linhas de produtos, fabricando 13 das 16 vitaminas e vendendo todas elas. As empresas BASF, Rhône-Poulenc e Takeda Chemical Industries eram segunda, terceira e quarta, respectivamente, com market shares de 18%, 8% e 7%. Empresas abaixo dessas eram especializadas em um ou dois produtos apenas.

Market Share Mundial em 1997**Figura 3.1 – Market Share Mundial em 1997***Fonte: elaborado pelo autor***Market Share nos EUA em 1999****Figura 3.2 – Market Share nos EUA em 1999***Fonte: elaborado pelo autor*

Cada vitamina possui seu próprio mercado, devido principalmente a:

- Demandas diferentes;
- Fornecedores diferentes;
- Diferentes centros de distribuição;

- Tipos diversos: alimentos (para pessoas e animais), farmacêuticos e cosméticos.

Em 1995 a divisão média mundial do mercado das 14 principais vitaminas era dominada pelas “3 Big companies”, representando 59% do total. Já o share do “Big Six” (6 maiores empresas da época) foi de 70%.

3.3.1 Concentração do Mercado Fornecedor:

Cada uma das 16 vitaminas possui um nicho específico de mercado. As principais diferenças existentes entre elas são:

- Destinadas ao consumo humano X ao mercado de ração animal;
- Classes alimentícia, farmacêutica e cosméticos podem formar mercados separados;
- Consumo humano: distinção entre as versões sintética e natural.

Os quatro líderes de mercado de vitaminas atraíram, no passado, um total de 21 empresas para uma organização fictícia chamada “Vitamins, Inc.”. O cartel controlava de 90% a 91% do fornecimento na Europa Ocidental e nos EUA.

Abaixo temos uma tabela da divisão da produção global de vitaminas no início dos anos 90:

Tabela 3.2 – Divisão da Produção Global

Empresa	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B9	B12	C	D3	E	H	Carotenóides	Mercado Mundial
	Porcentagem														
Roche	48	44	54	S	S	36	49	39	S	46	43	46	45	83	46
BASF	30	2	30	S	15	21	3	S	S	7	13	28	S	16	17
Rhône-Poulenc	21		S	S		S			62	S	13	S			8
Takeda		31	3				12	23		26					7
Eisai											12				2
Daiichi						29	12								1
E. Merck	S	S	S			5			10		10				2
Hoechst								7	S						1
Solvay	S		S						S	44	S	S			0,6
Lonza				58								5			2,3
Akzo					15										0,8
Degussa				22											0,6
Reilly				22											0,3
Nepera				6											0,3
Chinook					19										1
Mitsui					10										0,5
DuCoa					18										1
UCB					13										0,7
Kongo							15								0,1
Sumitomo								20				17			0,6
Tanabe		S										20			0,6
Total do Cartel	99	77	87	86	90	86	81	97	69	89	100	99	97	100	93

S = vende mas não produz

Fonte: Connor, 2007

A concentração média das quatro maiores empresas no mercado em 1990 era de 97%.

A maioria das empresas européias tinha maior penetração no mercado europeu do que no dos EUA. Exceto pela biotina, os japoneses tinham mais sucesso no mercado dos EUA do que no europeu. E japoneses e chineses tinham maiores shares na Ásia do que na Europa. Cabe ressaltar que os produtores chineses foram os principais responsáveis pela quebra do controle hegemônico dos cartéis.

3.3.2 Concentração dos Compradores:

A concentração no mercado de compradores é baixa. Nos anos 90 havia mais de 4000 compradores diretos de vitaminas no atacado nos EUA. Os manufatureiros de ração animal são numerosos porque muitos servem o mercado local. Só nos EUA existiam mais de 2000 manufatureiros de ração animal nos anos 90.

Muitos produtores de gado, aves e ovos compram suas vitaminas diretamente das empresas produtoras. Além disso, mais de 1000 empresas alimentícias compram vitaminas

para fortificar seus produtos. Já as companhias farmacêuticas compram vitaminas no atacado para fabricar pílulas. E ainda existem outros intermediários que compram grandes quantidades de vitaminas e as revendem para pequenos fazendeiros ou processadores de alimentos.

Na Europa a Roche possui um catálogo com 5000 compradores de seus produtos (26 de seus mais importantes clientes representam apenas 16% de suas vendas).

3.3.3 Condições de Entrada:

O acesso à sofisticada tecnologia necessária para produção de vitaminas é bastante restrito e dominar a implementação da manufatura em larga escala também é uma grande dificuldade. Além disso, a entrada é lenta e dificultada pelos altos custos e excesso de capacidade. Atualmente há excesso de capacidade para produção das vitaminas no mundo.

Os mercados em que a China cresceu bastante podem ser identificados com baixas barreiras de entrada. A China possuía 6 mercados com grandes exportações para os EUA nos anos 90: C, B1, B2, B6, B12 e ácido fólico. As exportações chinesas da vitamina C para os EUA representavam 54% de suas importações em 1996, e a B12 era a próxima com 27%. As outras 4 representavam de 8 a 13%. Cabe ressaltar que essas vitaminas são as mesmas das produtoras japonesas (exceto a B12). Há uma evidência da entrada chinesa também nos mercados das vitaminas A, E, B3, D e K.

Outro fato a ser lembrado é que muitas vitaminas são fabricadas sob condições sinérgicas de produção. As vitaminas A, B3, D e E possuem suas tecnologias ainda nas mãos da BASF, Roche e Rhône. Já as vitaminas do tipo B possuem barreiras mais frágeis, devido ao menor estado avançado do P&D químico e farmacêutico japonês até os anos 50.

A seguir temos um quadro que mostra as barreiras existentes na indústria de vitaminas, extraído de CONNOR (2007):

Evidência de Barreiras Tecnológicas para a Entrada no Mercado de Vitaminas nos anos 90		
Barreiras Altas (1)	Barreiras Moderadas (2)	Barreiras Baixas (3)
A	B2	C
E	B12	B1
B3	Biotina	B6
B4		Ácido Fólico
B5		
D3		
Beta Caroteno		
Outros Carotenóides		

(1) - As grandes três empresas pioneiras nos anos 80 ainda dominavam a produção global

(2) - Pioneiras já não mais dominavam porém ainda havia algum entrave para a entrada de outras empresas

(3) - Exportações chinesas eram grandes com o fim do cartel

Figura 3.3 – Barreiras de Entrada

Fonte: Connor, 2007

3.3.4 Principais *Players* do Mercado:

No final dos anos 80 Roche, BASF e Rhône-Poulenc controlavam 60% da produção mundial. Essas empresas, junto com Takeda, Eisai e Daiichi, representavam o “Big Six”, com 70% das vendas globais.

Destacaremos então as principais empresas do mercado e algumas de suas características:

- **Hoffmann La Roche:** fundada em Basel, Suíça, como uma partnership:
 - Em 1997 teve vendas globais totais de \$12,9 bilhões, sendo 2/3 no setor farmacêutico;
 - É a 4^a maior empresa de drogas no mundo;
 - No último ano dos cartéis as vitaminas e carotenóides representavam 10,6% de suas vendas;
 - Em 1997 seu lucro foi de 22,8% das vendas;
- **BASF AG:** fundada em 1865

- Em 1989 teve lucro de 9,5% sobre as vendas;
- Em 1997 suas vendas alcançaram \$31 bilhões;
- Teve lucro de 8% das vendas em 1997;
- Em 1999-2000, a empresa vendeu \$541 milhões em produtos de vitaminas, 2% das vendas da companhia.

➤ **Rhône-Poulenc SA:**

- Em 1990 suas vendas globais foram de \$15 bilhões por ano;
- Teve lucro de 5 a 7% das vendas nos anos 90;
- Alcançou vendas de \$516 milhões de vitaminas para ração em 1999, aproximadamente 3% do rendimento total.

➤ **Hoechst AG: Hoechst + Rhône = Aventis** em 1998, maior companhia de life-sciences do mundo. A Aventis é líder global em B12, terceira nas vitaminas A, E e B2, e também produz as vitaminas B1, B5, B6, B9, D3, H e K3.

➤ **Takeda Chemical Industries:**

- Em 1990 possuía posição líder na produção de quatro vitaminas no atacado;
- No período 1999-2000, suas vendas foram de \$686 milhões de vitaminas no mundo, representando 8% de seus rendimentos totais.

➤ **Outras empresas:**

- As 4 maiores empresas geraram, cada uma, mais de meio bilhão de dólares em vendas de vitaminas no ano seguinte ao fim dos cartéis dos anos 90. Abaixo delas haviam 17 companhias menores com linhas de produtos menos diversificadas;
- Na Europa estavam E. Merck KGaA, UCB AS, Akzo Nobel NV, Degussa AG, Hoechst AG, e Solvay AS;
- Degussa produz vitamina B3 na sua planta belga;

- Lonza é a maior produtora de vitamina B3, que é fabricada em suas plantas na Suíça, China, Califórnia e Pensilvânia;
- Na América do Norte há 5 empresas que fabricam somente vitaminas B3 e B4;
- Nepera produz B3 no estado de Nova York;
- Reilly Industries produz B3 na sua planta em Indiana;
- Outras empresas japonesas também estavam no mercado;
- Daiichi produzindo vitaminas B5 e B6 (em 1999-2000 a empresa vendeu \$88 milhões em vitaminas, aprox. 3% do seu rendimento total).

➤ **Empresas “na Orla”:**

- Cinquenta empresas químicas chinesas, após dominarem o processo de fabricação das vitaminas, passaram a expandir-se rapidamente e a exportar em grande quantidade;
- Entre 1985 e 1989 essas empresas chinesas exportaram entre \$25 e \$50 milhões, e de 1991 a 1995 suas exportações cresceram a uma taxa anual de 37%;
- Em meados de 1995 ou 1996, as empresas chinesas destruíram 4 dos cartéis globais. No final dos anos 90 esse tórrido crescimento cessou mas o total de exportações continuou perto do pico de 1995 de \$350 milhões.

3.4 Tamanho e Crescimento do Mercado:

As vendas globais de vitaminas no atacado vendidas diretamente (i.e., sem mistura) tiveram uma média de \$2,8 bilhões por ano nos anos 90. Contando vendas de misturas, Vitamins, Inc. registrou vendas anuais de \$3,8 bilhões. Para todo o período dos anos 90 afetado pelos cartéis, as vendas totais somaram, em dólares nominais, \$26,9 bilhões.

Abaixo temos os países compradores de vitaminas nos anos 90:

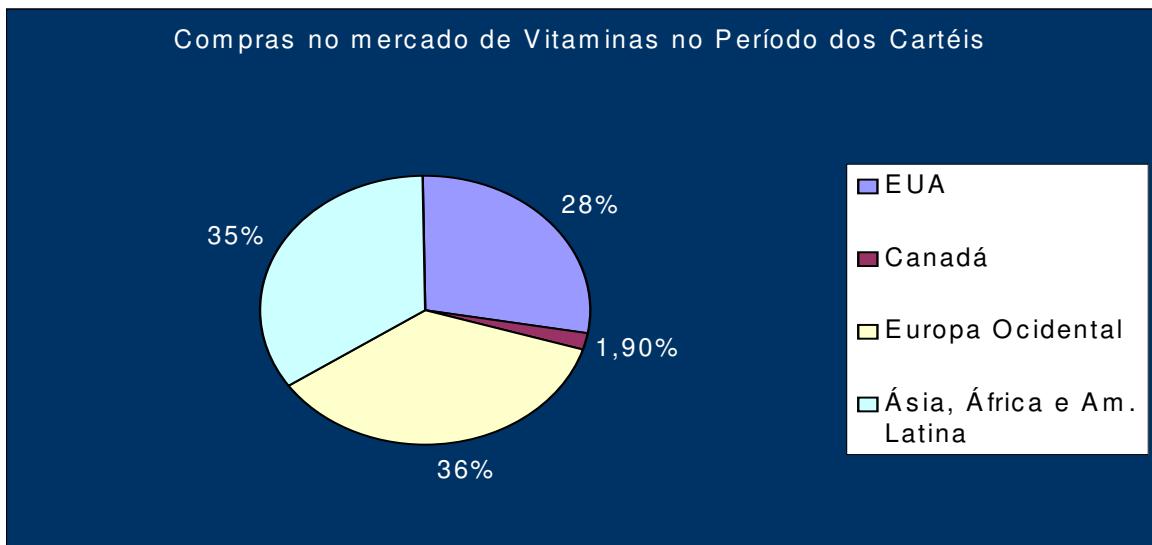


Figura 3.4 – Tamanho e Crescimento do Mercado

Fonte: elaborado pelo autor

Uma razão para o grande share da Europa e América do Norte reside no fato de que metade do valor das vitaminas vendidas são para uso na ração animal, e o consumo de grãos para gado, aves e aquacultura é muito forte nesses continentes. Já as vitaminas de uso humano possuem maiores shares na Ásia, África e América Latina.

Entre 1960 e 1975 o mercado de vitaminas teve seu crescimento médio de 10% ao ano, mas nos anos 90 ele atingiu sua maturidade. A taxa de crescimento médio de todas as vitaminas na metade dos anos 90 era de 2% a 3% por ano.

Produtos	Volume de Crescimento		
	Mundo 1995-2000	EUA	
		Final da Conspiração	1990-1998
<i>Porcentagem por Ano</i>			
E	4,8	3,4	9,2
C	2,4	0,2	0,8
A	-0,8	0,0	-6,4
B4 cloreto de colina	1,9	-	-
B5 pantotenato de cálcio	4,2	1,3	11,8
B2 riboflavina	0,7	-	1,9
B3 niacina	-0,5	-	-
B6	1,7	-1,3	4,7
H biotina	0,4	-	-
B12	-0,5	-	-
B1	-1,2	4,8	-16,1
D	0,8	-	-
K	-1,2	-	-
Ác. Fólico	-1,6	-	-9,8
Carotenóides	-	5,7	12,2
Total	2,4	1,7	3,0

Figura 3.5 – Volume de Crescimento

Fonte: Connor, 2007

Vendas Anuais de Vitaminas no Atacado, Períodos de Conspiração nos anos 90					
Produto	EUA	Canadá	Europa Ocidental	Resto do Mundo	Mundo
<i>Milhões de Dólares Americanos</i>					
A	89,6	6,9	159,9	73,6	329,9
B1	14,3	1,8	29,1	22,6	68
B2	29,1	2,5	49,3	20,7	100,2
B3 Niacina	35,6	1,9	33,3	33,9	104,7
B4 Colina	43,5	13,7	58,3	20,9	136,4
B5	22,4	1,7	37,6	8,4	70,1
B6	13,5	3,8	20,9	27,1	65,3
B9 Ác. Fólico	3,3	0,6	5,7	1,3	10,9
B12	14	0,5	18,8	25,3	58,4
C	205,4	14,4	251,1	293,3	764,2
D3	7,8	0,5	10,7	7,1	26,1
E	180	13	229,2	87,1	509,3
H Biotina	30,3	2	26,9	41,8	101,1
Beta caroteno	49	3,5	89,2	23,3	165
Carotenóides	14,5	0,8	84,5	140,6	240,1
Premixes	291,4	19,3	375	355,2	1040,9
Total	1044	85,5	1482,8	1186,5	3798,8

Figura 3.6 – Vendas Anuais de Vitaminas

Fonte: Connor, 2007

Os mark-ups para vitaminas de uso humano têm valores altos, sendo que o das vitaminas usadas para ração animal e para alimentação humana é modesto comparado com o das vitaminas farmacêuticas. Uma pesquisa realizada em 1990 revelou que o mercado americano (EUA) de consumo de vitaminas no varejo era de \$5,8 bilhões, sendo que as vendas com vitaminas farmacêuticas no atacado era menor que \$330 milhões.

Na compra de pacotes de vitaminas por consumidores, o mark-up nos preços é de 1600% (apenas 5 a 6% do preço de compra no varejo das vitaminas se deve ao custo da vitamina pura, sendo o resto ocasionado pelo marketing, empacotamento, assembly e custos de distribuição. O quadro abaixo revela a evolução do preço da vitamina B5 ao longo do tempo:

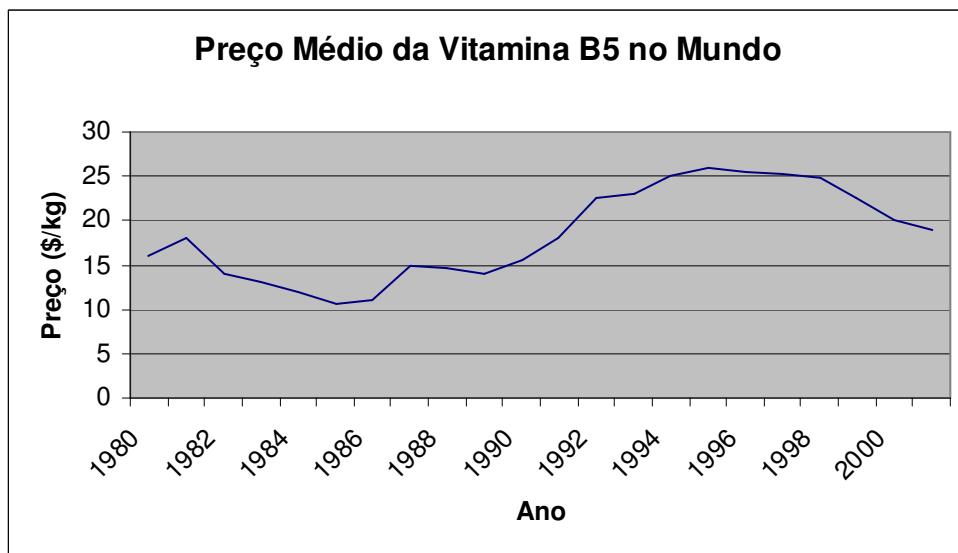


Figura 3.7- Preço médio da Vitamina B5 no Mundo

Fonte: Connor, 2007

CAPÍTULO 4 – ETAPAS DE ANÁLISE FINAL

4 Etapas de Análise Final

4.1 *Parametrização*

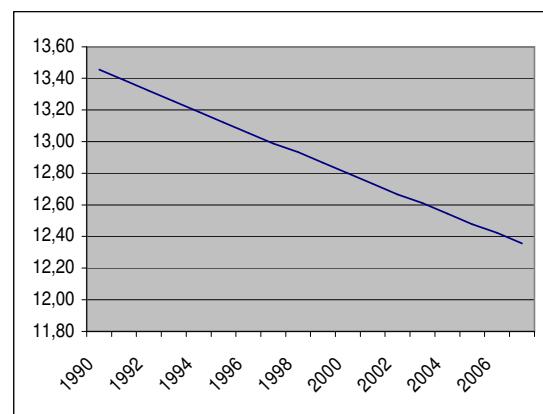
Conforme mencionado no capítulo 2, será utilizada a produção mundial de vitaminas B3 e B5 como variável dependente, considerando-se que ela seja uma estimativa aceitável para a demanda mundial desses produtos, uma vez que todo a produção é absorvida pelo mercado consumidor anualmente, desconsiderando-se assim possíveis sazonalidades de vendas em meses específicos. Importante lembrar aqui que as transações comerciais nesse mercado ocorrem com pouca transparência, os segredos do negócio são cuidadosamente guardados e as patentes proliferam, assim obscurecendo os processos industriais utilizados para sua manufatura.

4.1.1 Produção Mundial de Vitaminas B3 e B5

Após consulta a diversos arquivos e bancos de dados da PETROBRAS, conseguimos obter números confiáveis referentes à produção das vitaminas B3 e B5, de 1990 até 2007:

Tabela 4.1 – Produção mundial de Vitamina B3

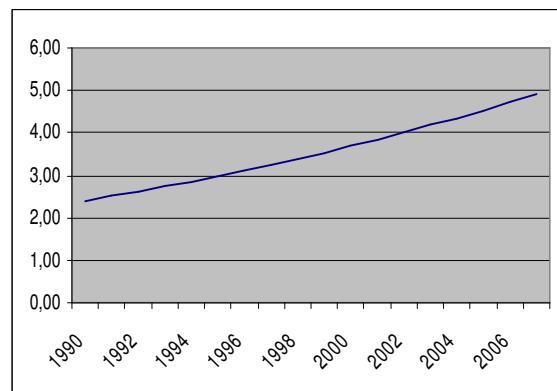
Vitamina B3	
Ano	Produção (mil ton / ano)
1990	13,45
1991	13,39
1992	13,32
1993	13,25
1994	13,19
1995	13,12
1996	13,06
1997	12,99
1998	12,93
1999	12,86
2000	12,80
2001	12,74
2002	12,67
2003	12,61
2004	12,55
2005	12,48
2006	12,42
2007	12,36



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 4.2 – Produção mundial de Vitamina B5

Vitamina B5	
Ano	Produção (mil ton / ano)
1990	2,40
1991	2,51
1992	2,62
1993	2,73
1994	2,85
1995	2,98
1996	3,11
1997	3,24
1998	3,39
1999	3,53
2000	3,69
2001	3,84
2002	4,01
2003	4,17
2004	4,35
2005	4,53
2006	4,72
2007	4,92



Fonte: elaborado pelo autor

Para a pré-seleção das variáveis independentes levamos em considerações todas as informações levantadas pela equipe do IPT, assim como a opinião de especialistas do IPT e da PETROBRAS, chegando-se à conclusão de que os seguintes fatores devem interferir na demanda mundial das vitaminas B3 e B5: o Produto Interno Bruto (PIB) mundial, a população mundial, o índice de inflação mundial e o preço das referidas vitaminas. Vale ressaltar que a seleção das variáveis foi feita com base na consulta a especialistas e literatura, mas o tratamento estatístico se encarregará de confirmar (ou não) a eficiência da triagem. As variáveis poderão ser incluídas ou descartadas do modelo final conforme avançamos no procedimento.

O intervalo de tempo dos dados utilizados limitou-se ao menor encontrado, de 1990 até 2007. Tal fato deve-se à inexistência de dados confiáveis acerca da produção mundial de vitaminas B3 e B5 anteriores àquele ano.

4.1.2 Produto Interno Bruto (PIB) Mundial

Segundo a definição adotada pelo IBGE “O PIB... mede o valor total de bens e serviços para uso final produzidos durante o trimestre antes da dedução do consumo de capital fixo” e, portanto representa de maneira eficaz a evolução das atividades econômicas. É razoável assim crer que a variação do PIB no mundo possa afetar diretamente a variação mundial das vitaminas B3 e B5, uma vez que o (dês)aquecimento geral da economia afeta diversas atividades inseridas nas cadeias dessas vitaminas, influenciando suas demandas.

Os valores adotados para o PIB mundial foram retirados do site oficial do FMI (Fundo Monetário Internacional, ou International Monetary Fund, na sigla em inglês), e podem ser verificados abaixo:

Tabela 4.3 – Dados Históricos do PIB Mundial

Ano	PIB Mundial (US\$ bilhões)
1990	22.891,22
1991	24.062,36
1992	24.244,94
1993	24.839,87
1994	26.672,39
1995	29.609,95
1996	30.312,30
1997	30.196,60
1998	29.939,24
1999	31.062,91
2000	31.915,88
2001	31.676,87
2002	32.954,35
2003	37.048,02
2004	41.677,47
2005	45.022,15
2006	48.665,04
2007	54.584,92

Fonte: elaborado pelo autor

4.1.3 População Mundial

Conforme pôde-se verificar na tabela 4.3 os setores alimentício e farmacêutico são grandes consumidores de vitaminas B3 e B5. Logo, é lógico acreditar que uma variação no número absoluto de pessoas no mundo influencia diretamente o valor da demanda desses produtos.

Os números abaixo foram retirados do site oficial do Escritório de Censo Demográfico Americano (U.S. Census Bureau na sigla em inglês, atualizado em 18 de junho de 2008). Os primeiros dados são de 1950, porém apenas mostraremos os referentes de 1990 a 2007, período foco de nosso estudo.

Tabela 4.3 – População Mundial

Ano	População Mundial	Anual	Anual
		Taxa de Crescimento (%)	Variação da População
1990	5.282.371.928	1.57	83.336.869
1991	5.365.708.797	1.54	83.016.725
1992	5.448.725.522	1.48	81.261.903
1993	5.529.987.425	1.44	80.078.038
1994	5.610.065.463	1.43	80.916.563
1995	5.690.982.026	1.40	80.378.955
1996	5.771.360.981	1.37	79.461.215
1997	5.850.822.196	1.34	78.857.387
1998	5.929.679.583	1.30	77.850.002
1999	6.007.529.585	1.28	77.378.011
2000	6.084.907.596	1.26	77.372.980
2001	6.162.280.576	1.23	76.539.263
2002	6.238.819.839	1.22	76.421.588
2003	6.315.241.427	1.21	77.163.935
2004	6.392.405.362	1.21	77.935.074
2005	6.470.340.436	1.20	78.356.539
2006	6.548.696.975	1.20	78.852.010
2007	6.627.548.985	1.19	79.443.947

Fonte: elaborado pelo autor

4.1.4 Índice de Inflação Mundial

Inflação é um conceito econômico que representa o aumento de preços dos produtos num determinado país ou região, durante um período. O índice de inflação mundial mostra assim a variação consolidada dos preços de produtos referentes a todos os setores da economia, fato que pode impactar na demanda mundial das vitaminas B3 e B5.

Os dados da inflação global estão em valores percentuais, e também foram retirados do site oficial do FMI.

Tabela 4.4 – Índices de inflação mundial

Ano	Inflação Global (porcentagem de variação anual)
1990	26,45
1991	21,90
1992	37,47
1993	35,33
1994	27,97
1995	14,59
1996	8,66
1997	6,11
1998	5,53
1999	5,43
2000	4,50
2001	4,20
2002	3,53
2003	3,70
2004	3,56
2005	3,71
2006	3,64
2007	3,97

Fonte: elaborado pelo autor

4.1.5 Preço das Vitaminas B3 e B5

Como última variável independente analisaremos o preço das vitaminas B3 e B5. A escolha por essa variável é trivial, uma vez que na maioria dos casos o preço do produto está diretamente relacionado ao valor de sua demanda.

Os dados abaixo foram obtidos através de uma minuciosa pesquisa nos bancos de dados da PETROBRAS, além da compra de diversos relatórios internacionais extremamente específicos que tratavam do mercado dessas vitaminas.

Tabela 4.5 – Preços das Vitaminas

Vitamina B3	
Ano	Preço (US\$ / kg)
1990	3,94
1991	4,38
1992	4,43
1993	4,66
1994	5,18
1995	5,45
1996	5,19
1997	5,14
1998	5,85
1999	6,67
2000	7,60
2001	7,56
2002	6,81
2003	6,47
2004	6,43
2005	6,40
2006	7,04
2007	8,18

Vitamina B5	
Ano	Preço (US\$ / kg)
1990	15,50
1991	18,00
1992	22,50
1993	23,00
1994	25,00
1995	26,00
1996	25,50
1997	25,20
1998	24,80
1999	22,50
2000	20,00
2001	19,00
2002	19,19
2003	19,57
2004	23,49
2005	21,14
2006	21,35
2007	21,56

Fonte: elaborado pelo autor

4.2 *Etapas de Conclusão*

A seguir parte-se para as etapas de modelagem matemática, análise de validade do modelo obtido e estimativa da demanda futura com base na função parametrizada.

Inicialmente iremos testar se existe multicolinearidade entre os pares de variáveis independentes, para que possamos eliminar essa característica que pode maximizar o erro na previsão. Para tanto, realizamos um quadro em Excel com as correlações de Pearson, obtendo os seguintes resultados, lembrando que as matrizes apresentadas são simétricas:

	Produção Vit. B3	PIB Mundial	Inflação Global	População Mundial	Preço Vit. B3
Produção Vit. B3	1,0000	-0,9182	0,8187	-1,0000	-0,8846
PIB Mundial		1,0000	-0,6580	0,9188	0,7507
Inflação Global			1,0000	-0,8187	-0,7779
População Mundial				1,0000	0,8852
Preço Vit. B3					1,0000

Figura 4.1 – Matriz de Correlações da vitamina B3

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme podemos notar no quadro acima apenas a variável independente Inflação Global apresenta uma grau de correlação acima de 0,70 com a variável dependente Produção Mundial de Vitaminas B3. Sendo assim, eliminaremos as outras três variáveis independentes da nossa função de regressão múltipla para o cálculo de previsão de demanda.

Para o cálculo da equação de regressão efetuaremos o uso do Método dos Mínimos Quadrados, conforme explicitado na capítulo 2 de revisão bibliográfica. Como temos apenas uma variável independente, nossa equação resultará numa reta, com a seguinte configuração:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i,$$

Onde:

Y_i : produção mundial de vitaminas B3 em mil toneladas por ano;

X_i : inflação global como porcentagem da variação anual

α : constante

β : coeficiente de x_i

Através da ferramenta de cálculo PROJ.LIN do Excel, chegamos aos seguintes valores:

$$Y = 0,0236 * X + 12,6108$$

Para realizar a verificação de aderência do modelo apresentado ao comportamento real da demanda de vitaminas B3 no mundo, algumas análises estatísticas serão feitas pois, segundo COSTA (1994):

“A Estatística vem a ser o elo de ligação entre a Teoria Econômica e a realidade. Nestes termos não se constitui a Estatística uma ciência propriamente dita, mas sim em um método de análise, procurando pelo uso da matemática, a determinação dos dados que representam certa realidade”.

Para as referidas análises utilizamos a ferramenta de “Regressão” inserida em “Análise de Dados” do Microsoft Excel, além de conciliação dos dados com as fórmulas tradicionais inseridas manualmente.

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,818718
R-Quadrado	0,670299
R-quadrado ajustado	0,649693
Erro padrão	0,203646
Observações	18

Figura 4.2 – Estatística de Regressão

Fonte: elaborado pelo autor

Variáveis	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção	12,6108	0,0698	180,7945	6,45E-28
Inflação Global	0,0236	0,0041	5,7034	3,26E-05

Figura 4.3 – Análises Estatísticas

Fonte: elaborado pelo autor

Nível de Significância para a constante

O nível de significância para a constante (valor-P) é muito pequeno e menor que 0,5, logo a correlação é significativa e a probabilidade de obterem-se resultados fora da região de possibilidades de conclusão é muito baixa.

Erro padrão da constante

O erro padrão calcula o maior erro padrão da estimativa, para a faixa de 95% da amostra, medindo a variabilidade em torno da linha ajustada de regressão. Podemos verificar através da figura acima que o valor do erro padrão da constante é irrelevante, não distorcendo nossos resultados.

Interpretação do coeficiente da constante

O coeficiente da constante representa o coeficiente linear da reta, ou seja, o valor da ordenada para o ponto de abscissa zero (ou simplesmente o ponto onde a reta corta o eixo Y).

A análise desse coeficiente isoladamente revela que, caso a inflação mundial tivesse variação nula ano a ano, a demanda mundial de vitaminas B3 naquele ano seria de 12,61 milhões de toneladas por ano.

Nível de Significância para a Variável Inflação Global

O nível de significância para essa variável também é extremamente baixo, ratificando que a correlação entre ela e a produção mundial de vitaminas de B3 é alta, sendo as mesmas linearmente dependentes.

Interpretação do coeficiente da Variável Inflação Global

O coeficiente da variável Inflação Global representa o coeficiente angular da reta, ou seja, avalia a taxa de variação das ordenadas (produção mundial de vitaminas B3) em relação à variação das abscissas (inflação global). É, portanto um parâmetro que traz uma informação referente à inclinação da reta.

O valor do coeficiente angular é de 0,0236, e sua interpretação é: para uma variação no valor da inflação global de 1%, espera-se um aumento na demanda anual de vitaminas B3 de 23,6 toneladas.

Erro padrão da Variável Inflação Global

Assim como para a constante, o erro padrão da inflação global é pequeno, sendo aceitáveis os resultados obtidos.

Interpretação do parâmetro R^2

O parâmetro R^2 mede o modo de associação de duas variáveis, ou seja, mede quanto a produção mundial de vitaminas B3 é explicada pela variável inflação global. Neste caso o R^2 obtido foi de 67,03%, mostrando um percentual bom e aceitável de explicação da variável dependente y pela variável independente x proposta.

Análise de variância – ANOVA

Utilizando novamente a ferramenta computacional disponível no Microsoft Excel, obtemos a seguinte figura:

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1	1,3490	1,3490	32,5289	3,26363E-05
Resíduo	16	0,6635	0,0415		
Total	17	2,0126			

Figura 4.3 – ANOVA da vitamina B3

Fonte: elaborado pelo autor

Ele testa a hipótese de que nenhum dos coeficientes de regressão tenha significado. Como o F calculado é maior que o F de significação, rejeitamos a hipótese H_0 de que todos os coeficientes sejam iguais a zero, levando-nos a aceitar novamente o uso de nosso modelo a um nível de significância inferior a 0,1%.

Além da análise de variâncias outro subsídio bastante útil para a verificação do ajuste do modelo de regressão, em se tratando de modelos econôméticos como aquele aqui desenvolvido, é a análise de resíduos:

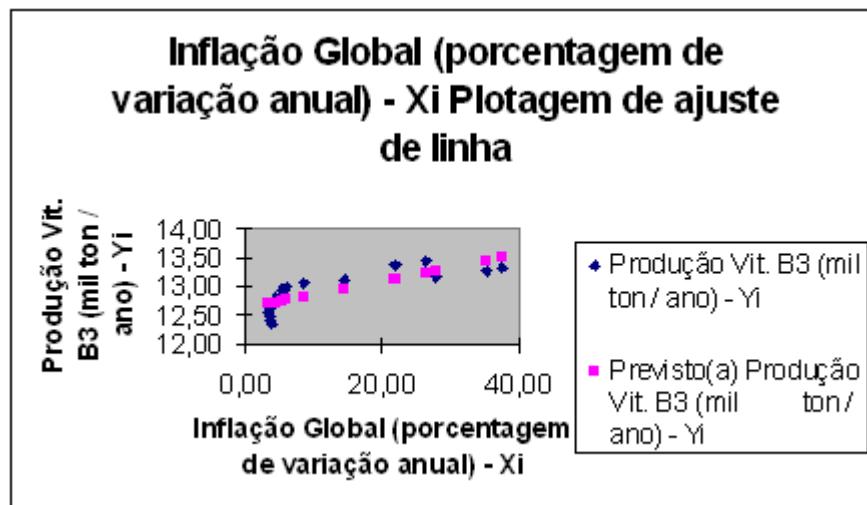


Figura 4.4 – Plotagem de ajuste de linha para vitamina Iná B3

Fonte: elaborado pelo autor

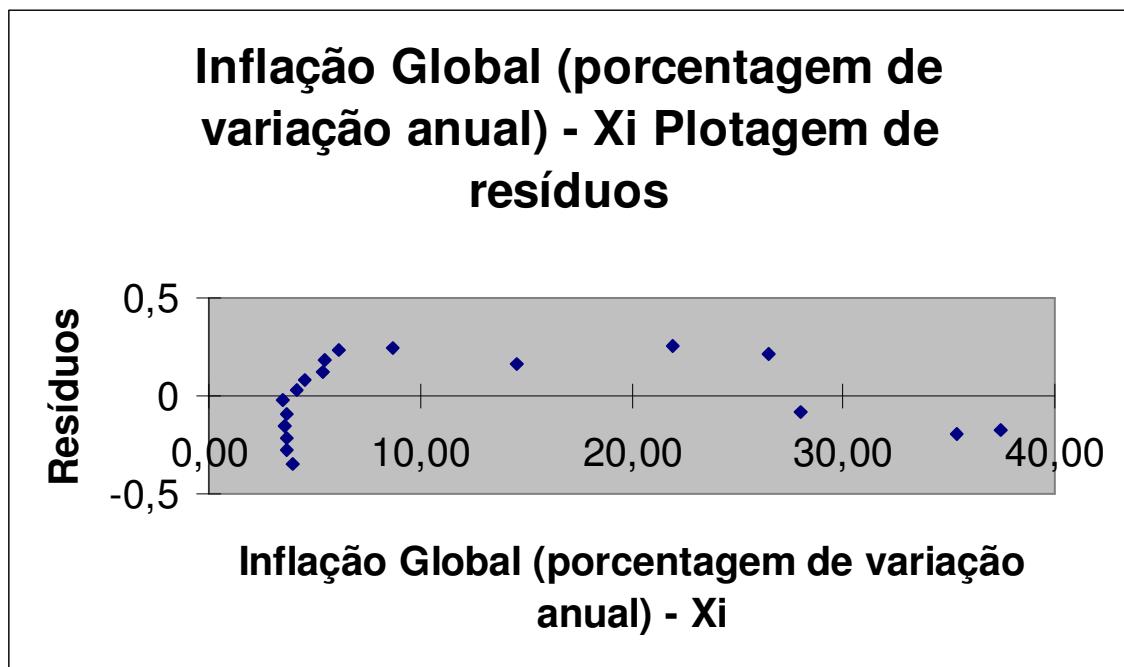


Figura 4.5 – Plotagem de resíduos para vitamina B3

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme podemos observar no gráfico acima, inexiste uma tendência na formação dos resíduos, ora situando-se acima ora abaixo da linha de abscissa zero. Estes fatores demonstram a ausência de tendência no modelo utilizado, o que poderia distorcer os resultados finais.

Passaremos agora às mesmas análises acima, porém para o pantotenato de cálcio, lembrando novamente que a matriz abaixo é simétrica:

	Produção Vit. B5	PIB Mundial	Inflação Global	População Mundial	Preço Vit. B5
Produção Vit. B5	1,0000	0,9451	-0,7846	0,9952	-0,0522
PIB Mundial		1,0000	-0,6580	0,9188	0,0190
Inflação Global			1,0000	-0,8187	-0,0078
População Mundial				1,0000	-0,0030
Preço Vit. B5					1,0000

Figura 4.6 – Matriz de Correlações para Vitamina B5

Fonte: elaborado pelo autor

Observando o quadro acima notamos que as variáveis independentes PIB mundial e população mundial apresentam um grau de correlação acima de 0,70 com a variável dependente produção mundial de Vitaminas B5. Sendo assim, eliminaremos as outras duas variáveis independentes da nossa função de regressão. Também notamos que as variáveis PIB mundial e população mundial apresentam uma alta correlação entre si, então eliminaremos a variável PIB mundial neste caso, pois o índice de correlação da população mundial com a produção mundial de vitaminas B5 é maior que o do PIB mundial.

Para o cálculo da equação de regressão usaremos novamente o Método dos Mínimos Quadrados. Nossa equação resultará numa reta, com a seguinte configuração:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i,$$

Onde:

Y_i: produção mundial de vitaminas B5 em mil toneladas por ano;

X_i: População Mundial em bilhões de pessoas

α : constante

β : coeficiente de x_i

Através da ferramenta de cálculo PROJ.LIN do Excel, chegamos aos seguintes valores:

$$Y = 1,8721 * X - 7,6292$$

As mesmas análises feitas para a niacina serão feitas para a vitamina B5.

Estatística de regressão	
<i>R</i> múltiplo	0,995204463
<i>R</i> -Quadrado	0,990431923
<i>R</i> -quadrado ajustado	0,989833918
Erro padrão	0,079730452
Observações	18

Figura 4.7 – Estatísticas de Regressão para Vitamina B5

Fonte: elaborado pelo autor

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	-7,629248717	0,274929228	-27,74986407	5,83984E-15
População Mundial - X _i	1,872084797	0,046000817	40,69677281	1,38532E-17

Figura 4.8 – Análises Estatísticas para vitamina B5

Fonte: elaborado pelo autor

Nível de Significância para a constante

O nível de significância para a constante (valor-P) é quase zero e menor também que 0,5, logo a correlação é significativa e a probabilidade de obterem-se resultados fora da região de possibilidades de conclusão é muito baixa.

Erro padrão da constante

O erro padrão da constante é pequeno, não afetando os resultados finais.

Interpretação do coeficiente da constante

O coeficiente da constante representa o ponto onde a reta corta o eixo Y.

A análise desse coeficiente isoladamente é irracional, primeiro porque a população mundial não pode ser zero nunca, e segundo porque não é lógico haver um nível de produção negativo, o que seria como eliminar aquilo que já foi produzido.

Nível de Significância para a População Mundial

É muito baixo, ratificando a alta correlação entre a população mundial e a produção mundial de vitaminas B5.

Interpretação do coeficiente da População Mundial

O valor do coeficiente angular é de 1,8721, e sua interpretação é: para uma variação número de pessoas no mundo de 1 bilhão, espera-se um aumento na demanda anual de vitaminas B5 de 1.872 toneladas.

Erro padrão da Variável População Mundial

Assim como para a constante, o erro padrão da população mundial é pequeno, sendo aceitáveis os resultados obtidos.

Interpretação do parâmetro R²

O parâmetro R² mede quanto a produção mundial de vitaminas B5 é explicada pela variável população mundial. O r² obtido neste modelo é de 99,04%, revelando uma alta explicação da produção mundial de vitaminas B5 pela população mundial.

Análise de variância – ANOVA

Utilizando novamente a ferramenta computacional disponível no Microsoft Excel, obtemos a seguinte tabela:

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1	10,5285459	10,5285459	1656,227317	1,38532E-17
Resíduo	16	0,101711119	0,006356945		
Total	17	10,63025702			

Figura 4.9 – ANOVA para vitamina B5

Fonte: elaborado pelo autor

Como o F calculado é maior que o F de significação, rejeitamos a hipótese H0 de que todos os coeficientes sejam iguais a zero, levando-nos a aceitar novamente o uso de nosso modelo a um nível de significância inferior a 0,1%. Abaixo temos a análise dos resíduos do modelo:

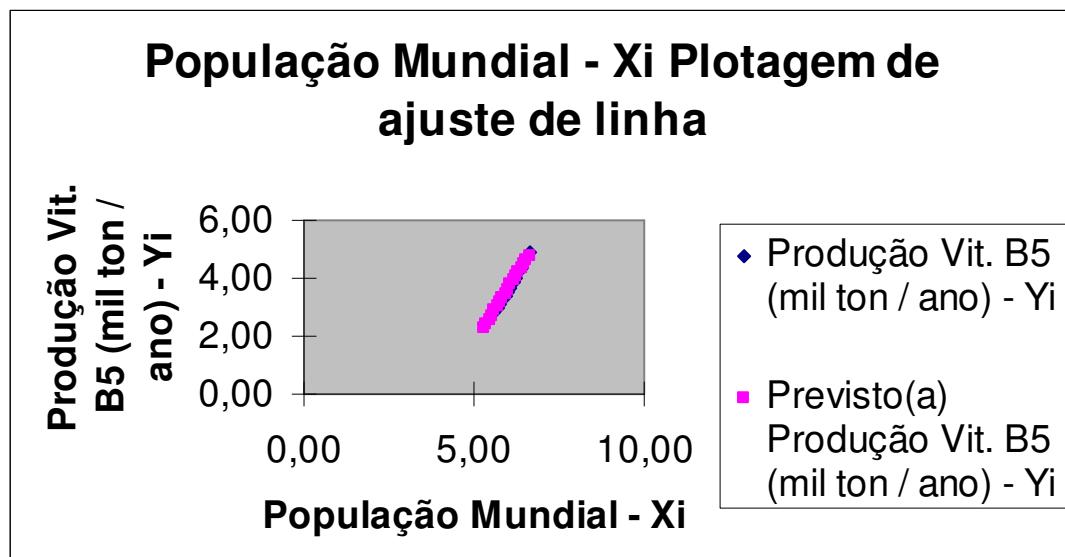


Figura 4.10 – Plotagem de ajuste de linha para vitamina B5

Fonte: elaborado pelo autor

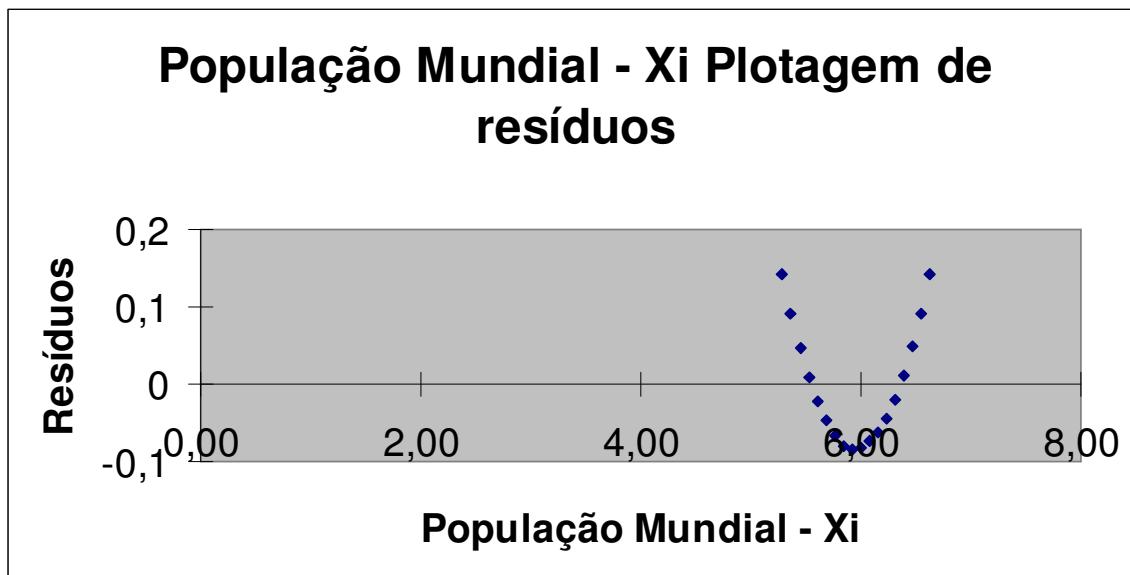


Figura 4.11 – Plotagem de resíduos para vitamina B5

Fonte: elaborado pelo autor

Também para este modelo não existe uma tendência na formação dos resíduos, atestando a acurácia do mesmo.

4.3 Cálculo da Demanda Futura

A necessidade do presente estudo para a PETROBRAS é imediata. Sendo assim, iremos analisar os possíveis resultados estimados da demanda futura mundial de vitaminas B3 e B5 num horizonte de curto prazo, até 2012. Como nosso modelo incluiu apenas uma variável independente para os dois produtos apenas precisaremos das estimativas futuras da inflação global e da população mundial. Através novamente do site oficial do FMI coletamos os dados necessários para realizar nossos cálculos, conforme seguem nas tabelas abaixo:

Tabela 4.6 – Inflação Global Futura

Ano	Inflação Global (porcentagem de variação anual)
2008	6,18
2009	4,62
2010	3,84
2011	3,60
2012	3,46

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 4.7 – População mundial Futura

Ano	População Mundial
2008	6.706.992.932
2009	6.786.743.939
2010	6.866.880.431
2011	6.947.516.394
2012	7.028.369.002

Fonte: elaborado pelo autor

A partir desses dados, e utilizando as fórmulas encontradas para o cálculo da produção mundial de vitaminas B3 e B5, chegamos às seguintes estimativas:

Tabela 4.8 – Produção mundial Futura de vitaminas B3

Ano	Produção Mundial de Vit. B3 (mil ton / ano)
2008	12,76
2009	12,72
2010	12,70
2011	12,70
2012	12,69

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 4.9 – Produção mundial Futura de vitaminas B5

Ano	Produção Mundial de Vit. B5 (mil ton / ano)
2008	4,93
2009	5,08
2010	5,23
2011	5,38
2012	5,53

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme citado anteriormente as produções mundiais de vitaminas B3 e B5 foram consideradas boas estimativas para as demandas mundiais de vitaminas B3 e B5, respectivamente. Mais a frente analisar-se-á a fatia de mercado que poderia ser adquirida pelo PETROBRAS diante desse cenário, recomendando ou não a sua entrada no nicho de mercado estudado.

4.4 Cálculo do Custo de Produção das Vitaminas

A proposta do projeto é de partir-se do glicerol (produzido em excesso no processo de fabricação do biodiesel) e produzir o produto de interesse econômico, no caso, as vitaminas B3 e B5. Abaixo temos o fluxograma de produção do biodiesel, mostrando a glicerina sendo gerada como subproduto, apenas para um conhecimento mais amplo do processo:

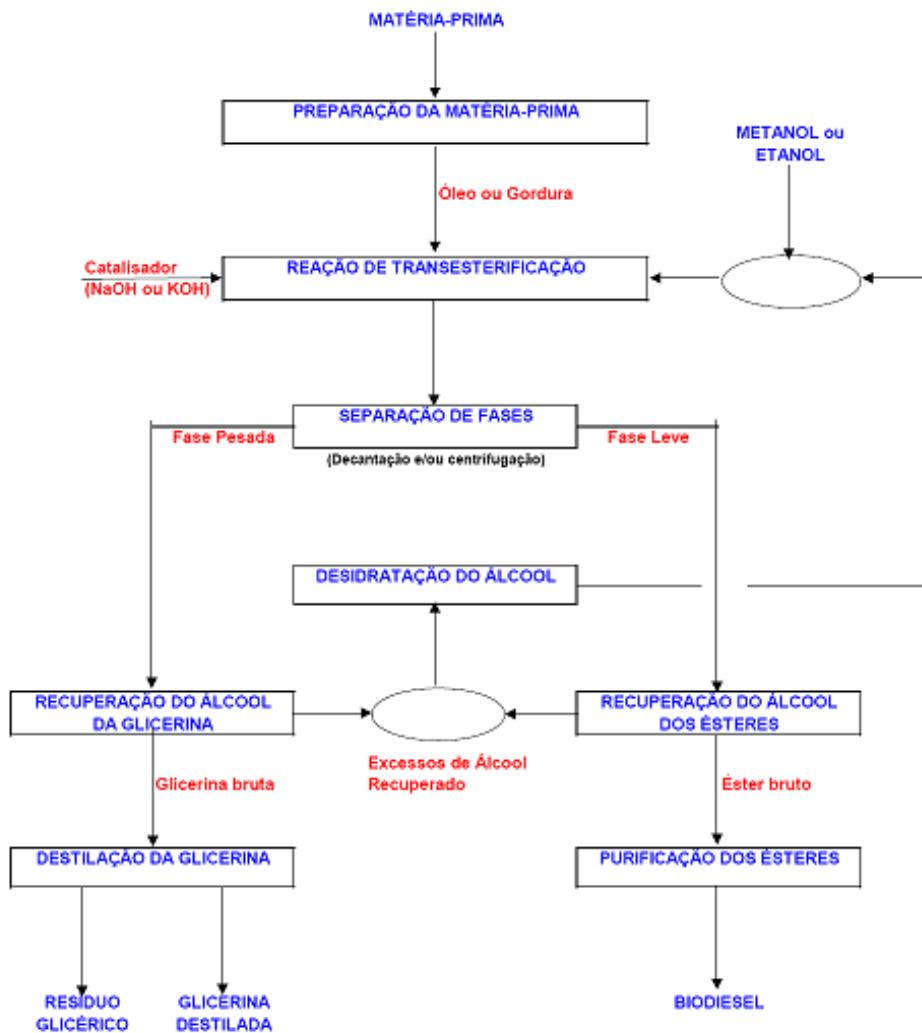


Figura 4.12 – Fluxograma da produção de biodiesel

Fonte: Parente (2003)

4.5 Método de Hill

O método de Hill será utilizado em nosso estudo para estimarmos o valor de Investimento Fixo de Capital (FCI na sigla em inglês), montante necessário para a compra dos equipamentos necessários para colocar a usina em operação. O método possui uma ordem de erro de 50%, sendo aplicável para primeiras estimativas de investimento, como é o caso do presente estudo. Para produzir a estimativa, apenas duas informações são necessárias: a taxa de produção em toneladas por ano do produto final e o fluxograma do processo com os principais equipamentos. Balanços de massa e energia são desnecessários neste tipo de

estimativa. O fluxograma do processo pode ser visualizado abaixo, e foi elaborado por uma equipe técnica especializada do IPT:

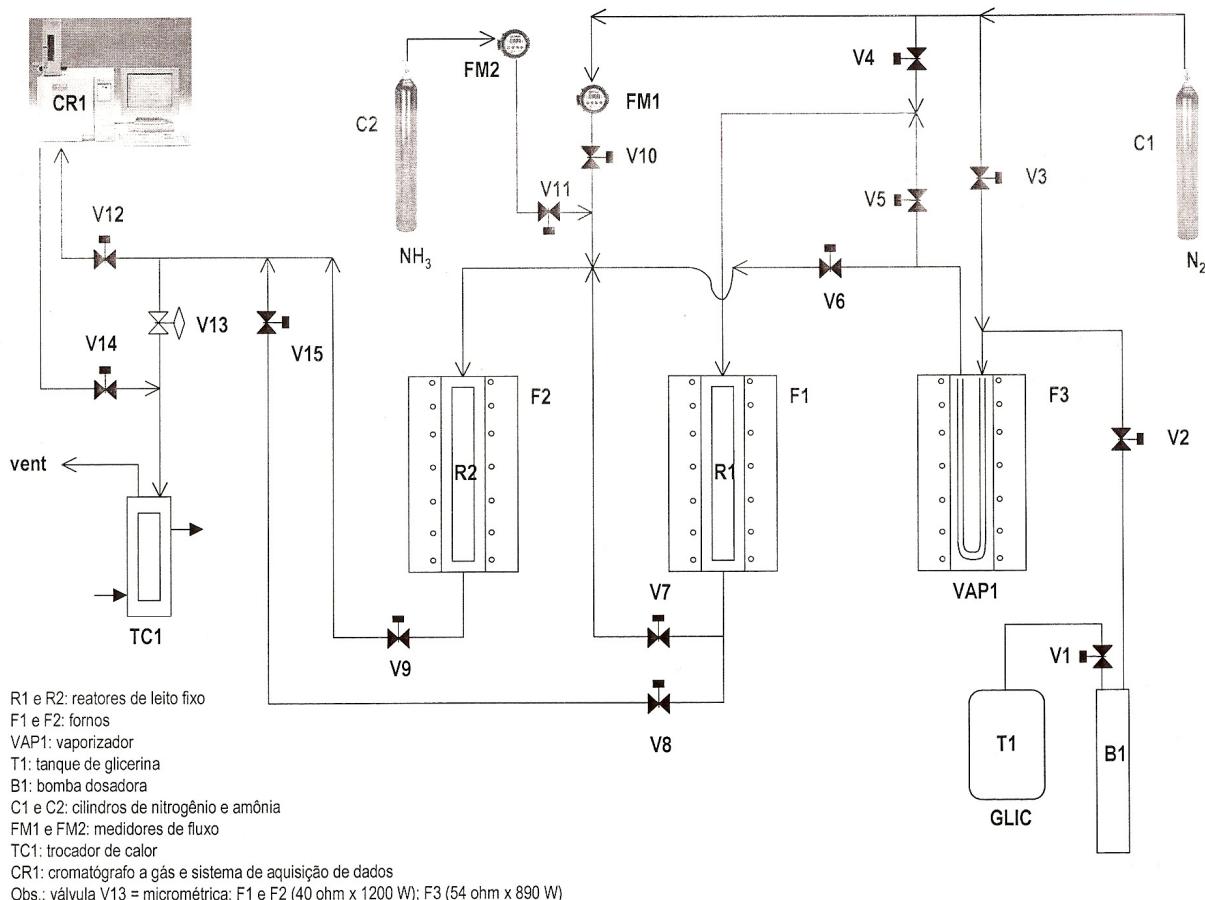


Figura 4.13 – Fluxograma da produção das vitaminas

Fonte: equipe técnica do IPT

Os cálculos são realizados como segue, baseados no Índice de Custo Médio de Processos Industriais (Marshall and Swift Process Industries Average Cost Index) do ano 2000, equivalente a 1.103, numa taxa básica de produção de 10 milhões d libras por ano e sujeitos a uma pressão menor que 100 psi. O índice histórico MS segue abaixo:

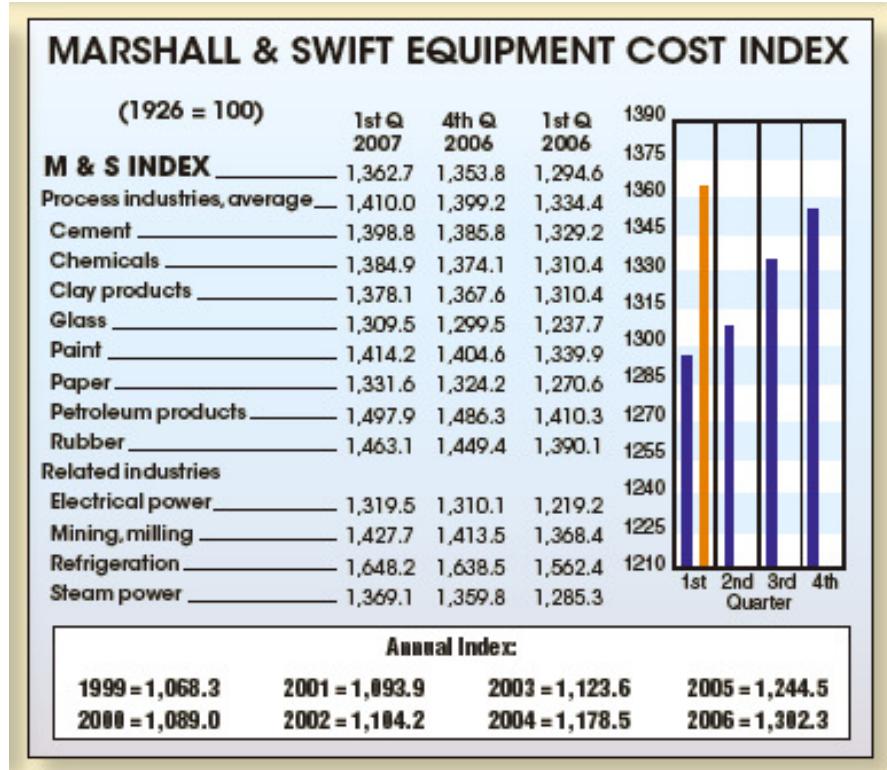


Figura 4.14 – Índice de Marshall

Fonte: equipe técnica do IPT

O dado que usaremos deste índice será o referente a 2007, que é de 1.399,2. A seguir enumeramos os passos referentes aos cálculos do Método de Hill:

Passo1: Calcular o fator de produção Fpr, através da seguinte fórmula:

$$Fpr = [(Taxa de produção do produto principal / 10.000.000)]^{0,6}$$

Passo 2: usando o fluxograma de processo, calcular através da fórmula abaixo o custo modular Cm, para compra, entrega e instalação dos equipamentos:

$$Cm = Fpr * Fm * (\text{pressão no processo} / 100)^{0,25}$$

Onde F_m é o fator do material, sendo igual a 1,0 no nosso estudo pelos materiais serem de aço-carbono.

Passo 3: calcular a fórmula abaixo, que representa os gastos com instrumentação e custos indiretos, além da atualização com o valor de 2007 do índice MS, fornecendo o valor do investimento inicial modular:

$$C_{im} = F_p * (MS / 1.103) * C_m$$

Onde F_p é uma fator que depende do estado doa materiais no processo, sendo igual a 2,00 no nosso caso, fator para mistura de sólidos e fluidos.

Passo 4: para obter o investimento permanente direto, C_{ipd} , temos que multiplicar o valor do C_{im} pelos fatores F_1 e F_2 , representando os custos com a preparação do terreno:

$$C_{ipd} = (1+F_1+F_2) * C_{im}$$

Onde F_1 equivale a 0,80 para operação indoor, e F_2 equivale a 0,30, grandes modificações nas instalações existentes para realizar o processo estudado.

Passo 5: obter o investimento permanente total, C_{ipt} , e o investimento fixo de capital (FCI) pelas respectivas equações abaixo, com uma grande contingência de 40% devido à natureza ampla da estimativa inicial, além de 10% devido aos custos com o terreno, royalties e início da operação. O capital de giro representa 15% do investimento permanente total:

$$Cipt = 1,50 * Cipd$$

$$FCI = 1,15 Cipt$$

4.6 Custo de Investimento das Vitaminas

Com a ajuda da equipe técnica do IPT pudemos chegar a um custo inicial de investimento, o FCI, para as duas vitaminas. Para tanto foram feitas algumas simulações com os tipos de equipamentos utilizados e as concentrações das misturas que não convém detalharmos neste estudo, visto que as mesmas foram feitas pela equipe química. No entanto, tais simulações deram margem à utilização de dois tipos de fluxograma no processo, um com um número de equipamentos maior porém de menor volume, e outro com um menor número de equipamentos porém de maior volume. Para calcular o FCI e o custo operacional para produção das vitaminas, analisaremos o ano de 2012 e consideraremos dois cenários: no primeiro a PETROBRAS adquire 10% do mercado mundial, e no segundo ela adquire apenas 1%. De posse das fórmulas do método de Hill apresentadas e das considerações feitas, chegamos ao seguinte quadro de valor do FCI:

Tabela 4.10 – FCI's das Vitaminas

Vit B3	Método de Hill	
	Capacidade kg/ano	Σequipamentos
1.269.000	34	39.617.886,33
1.269.000	15	17.455.143,51
126.900	8	2.457.996,23
126.900	5	1.521.300,37

Vit B5		Método de Hill	
Capacidade kg/ano		Σequipamentos	FCI (US\$)
553.000		86	60.647.960,35
553.000		44	31.030.932,73
55.300		19	3.330.941,30
55.300		10	1.843.049,10

Fonte: elaborado pelo autor

Lembramos que foi pactuado um contrato de sigilo entre a PETROBRAS e o IPT, sendo que informações confidenciais específicas não puderam ser publicadas neste trabalho, tais como concentração das misturas para produção das vitaminas, produtividade, rendimento e tempo de fermentação, variáveis estas também utilizadas no cálculo do método de Hill. Entretanto, por se tratar de um trabalho de Engenharia de Produção, em nada compromete o resultado final a ocultação dessas informações.

Nas próximas páginas farei uma breve explicação sobre a metodologia de cálculo do custo final dos produtos, para que possamos avaliar se a PETROBRAS teria condições ou não de entrar nesse mercado de acordo com o preço médio praticado pelas outras empresas no mercado internacional.

Estimação do Custo Total do Produto

O custo total do produto é normalmente dividido em duas categorias: custos de manufatura e gastos gerais. As maiores fontes de erros na estimação do custo total do produto se devem usualmente ao fato de não considerar um ou mais elementos do custo. A figura abaixo mostra um *checklist* dos principais custos envolvidos em operações que envolvem processos químicos.

<i>Máterias-primas</i>		
<i>Mão de Obra</i>		
<i>Supervisão</i>		
<i>Recursos</i>		
	Eletricidade	
	Combustível	
	Refrigeração	
	Vapor	
	Tratamento do lixo	
	Processamento de água	
	Refrigeração da água	
<i>Manutenção</i>		
<i>Fornecimentos utilizados</i>		
<i>Cargas de laboratório</i>		
<i>Royalties</i>		
<i>Solventes e Catalisadores</i>		Subtotal: Custos de produção variáveis
<i>Depreciação</i>		
<i>Taxas da propriedade</i>		
<i>Financiamentos</i>		
<i>Seguro</i>		
<i>Aluguel</i>		Subtotal: Custos fixos
<i>Saúde</i>		
<i>Segurança</i>		
<i>Despesas Gerais com postos de trabalho</i>		
<i>Empacotamento</i>		
<i>Restaurante</i>		
<i>Recreação</i>		
<i>Laboratórios de Controle</i>		
<i>Superintendência da planta</i>		
<i>Galpões de Armazenagem</i>		Subtotal: Despesas Gerais da Planta
		Total acima: Custos de Manufatura
<i>Salários dos Executivos</i>		
<i>Engenheiros</i>		
<i>Custos legais</i>		
<i>Escritórios de Manutenção</i>		
<i>Comunicações</i>		Subtotal: Gastos Administrativos
<i>Escritórios de Vendas</i>		
<i>Gastos com pessoal de vendas</i>		
<i>Logística</i>		
<i>Marketing</i>		
<i>Serviços Técnicos</i>		
		Subtotal: Gastos com distribuição e marketing
<i>Pesquisa e Desenvolvimento</i>		Total: Custo Total do Produto

Figura 4.15 – Custo envolvidos no custo total do produto em uma usina química comum

Fonte: elaborado pelo autor

A figura 4.16 mostra os inputs necessários ao usuário e fornece valores padrões para os mesmos. Os inputs necessários aos usuários incluem investimento do capital fixo, quantidades anuais e preços unitários das matérias-primas, mão de obra operante, ferramentas e solventes. A depreciação é calculada separadamente porque ela muda de ano em ano de acordo com o método mais usado. Entretanto, a depreciação pode ser calculada como uma taxa constante por um período fixo de anos (a depreciação anual constante é apropriada quando o valor do dinheiro no tempo não é considerado).

Título:	Data:			
Produto:	Capacidade, kg/d:			
Tempo de Operação, h/ano:	Capacidade, kg/s:			
Capacidade, kg/ano:	Fixed Capital Investment (FCI)			
Unidades:	FCI (\$)			
Homens-hora/dia.etapa	Váriáveis utilizadas			
Dias trabalhados/ano:				
	Fator Sugerido	Quantidade Necessária (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (\$/kg ou \$/h)	Valores calculados (\$)
Matéria-prima				
1. Glicerol	0,5			
Mão-de-obra operacional				
Supervisão operacional	0,15			
Utilidades				
Água				
Resfriamento				
Processo				
Eletricidade				
Combustível				
Refrigeração				
Vapor				
Água para tratamento				
Manutenção e reparos	0,07			
Operação de estoque	0,15			
Laboratório	0,15			
Royalties				
Catalisadores e solventes				
			Total variável de custos de produção	
Depreciação (calculada separadamente)				
Impostos (propriedade)	0,02			
Financiamento (lucro)	0,00			
Seguro	0,01			
Aluguel	0,00			
Depreciação				
			Custo Total de Produção	
Depreciação	Horizonte de Tempo (anos)	Dep/Año		
Custo de Produção (\$ /kg / ano)				

Figura 4.16 – Custo total de Produção Anual do Produto em uma Usina Química
 Fonte: elaborado pelo autor

Custos totais do produto são comumente calculados em uma de três bases: base diária, base de unidades do produto ou base anual. O uso da base anual é provavelmente a melhor escolha para a realização de uma análise de mercado. Além disso, o uso da base anual apresenta as seguintes vantagens:

- Elimina o efeito de variações sazonais;
- Inclui o tempo de set up das máquinas;
- Permite o cálculo mais rápido dos custos operacionais a uma capacidade menor que a plena;
- Fornece uma maneira conveniente de considerar grandes gastos que ocorrem freqüentemente em períodos específicos do ano.

Custos Operacionais

Todos os gastos diretamente conectados com a operação de manufatura ou com equipamentos físicos de um processo da planta estão inclusos no custo operacional. Esses gastos estão divididos em três classes:

- 1) Custos de produção variáveis;
- 2) Custos Fixos;
- 3) Despesas Gerais com a planta.

Custos de produção variáveis compreendem gastos diretamente relacionados com o processo de manufatura. Esses custos incidem, na maior parte do tempo, apenas quando a planta está em operação.

Custos fixos são gastos que praticamente independem da taxa de produção. Esses gastos, excetuando-se a depreciação, costumam mudar com a inflação.

Despesas Gerais com a planta são aqueles para serviços médicos, gastos com manutenção, restaurantes, patentes, estoques, etc. Esses custos são similares aos custos fixos básicos, uma vez que não se modificam expressivamente com mudanças na taxa de produção.

Custos de Produção Variáveis

Matérias Primas: na indústria química, os custos com matérias-primas são um dos maiores no processo de produção. Na classe de matérias-primas estão inclusos os materiais que são diretamente consumidos ao se fabricar o produto final. Materiais necessários para se realizar a produção, mas que não se tornam parte do produto final, como catalisadores e solventes, são classificados separadamente. Custos de transporte destes materiais devem ser estimados como sendo 10% do valor total do custo das matérias-primas.

As quantidades de matérias-primas por unidade de tempo necessárias para se realizar determinada operação são determinadas através de balanços químicos. Todos os balanços químicos necessários às devidas quantificações de matérias-primas necessárias para se chegar ao produto final foram realizados por uma equipe química especializada do IPT, e os valores encontrados foram confirmados através de experimentos reais.

A razão entre o custo das matérias-primas e o custo total do produto varia consideravelmente para diferentes tipos de plantas. Em usinas químicas, essa razão geralmente varia entre 10% e 60%. No presente estudo conhecemos a quantidade necessária de glicerina para atingir os valores de produto final desejados, assim como o custo da mesma.

Mão de Obra Operacional: no geral a mão de obra operacional dividi-se em duas classes: qualificada e não qualificada. Em processos químicos, a mão de obra operacional usualmente representa de 10% a 20% do custo total do produto.

Para análises preliminares de custos, a quantidade de mão de obra pode ser estimada tanto pela experiência passada da empresa com processos similares ou com informações

publicadas acerca desses processos. Vale ressaltar que a relação entre a necessidade de mão de obra e a taxa de produção não é linear.

Caso exista um layout da planta com os principais processos a serem realizados e um fluxograma de produção, pode-se estimar a quantidade de mão de obra necessária, com o auxílio da tabela a seguir:

Tabela 4.11 – Típicos Requerimentos de Mão de Obra Operacional numa Usina Química

Tipo de Equipamento	Trabalhadores / unidade / turno
<i>Compressores</i>	0,1-0,2
<i>Centrífugas</i>	0,25-0,50
<i>Cristalizadores</i>	0,16
<i>Secadoras Rotativas</i>	0,5
<i>Secadores de spray</i>	1
<i>Secadoras de Bandeja</i>	0,5
<i>Evaporadores</i>	0,25
<i>Filtros a vácuo</i>	0,125-0,25
<i>Filtros com Prato</i>	1
<i>Filtros Rotativos</i>	0,1
<i>Aquecedores</i>	0,1
<i>Torres Processadoras</i>	0,2-0,5
<i>Reator de Batelada</i>	1
<i>Reator Contínuo</i>	0,5

Fonte: elaborado pelo autor

Outro método para estimar a quantidade de mão de obra como função da capacidade da planta é feito adicionando-se os principais passos operacionais a um fluxograma. Com a fixação do valor da capacidade da planta, o número de homens-hora por dia por passo é obtido através da figura abaixo e multiplicado pelo número de passos operacionais.

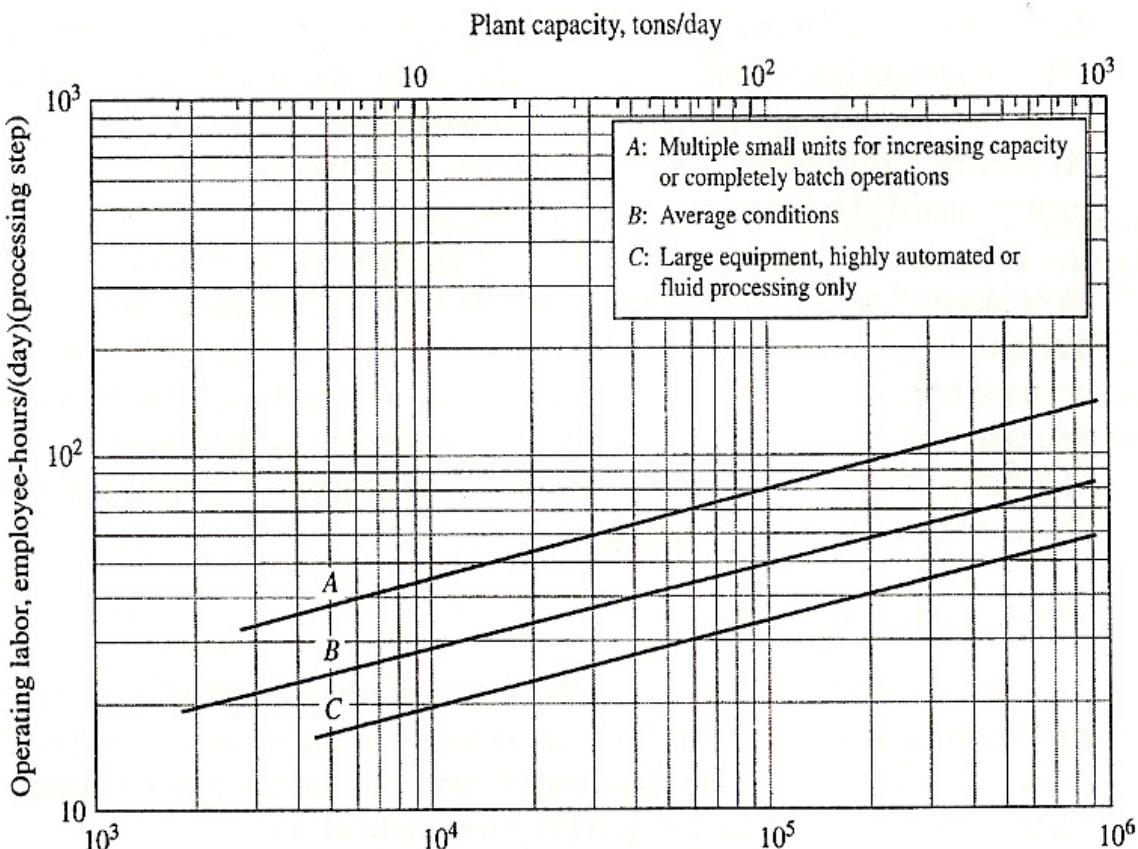


Figura 4.16 – Requerimentos de Mão de Obra Operacional nos Processos as Indústria Química
Fonte: Seider, 2003

Devido aos recentes avanços da tecnologia, com a crescente automação das plantas, o método de estimar a quantidade de mão de obra relacionando-a diretamente com a quantidade de produção para um dado produto pode gerar resultados corrompidos, a menos que sejam usados dados bastante recentes.

Para determinar o custo da mão de obra, deve-se também levar em consideração o tipo de trabalhador solicitado, a área geográfica da planta, valores médios dos salários da região, assim como a média de produtividade dos trabalhadores.

Supervisão Operacional: a quantidade necessária de trabalhadores para este tipo de serviço está diretamente relacionada ao total de funcionários da área operacional, complexidade da operação e padrões de qualidade dos produtos. O custo para a supervisão operacional é de aproximadamente 15% do total do custo da mão de obra operacional.

Utilidades: O custo para serviços gerais, tais como eletricidade, refrigeração, ar comprimido, tratamento do lixo, e outros, varia consideravelmente dependendo da quantidade necessária, localização da planta e fonte utilizada. Alguns custos típicos estão representados na tabela abaixo.

Tabela 4.12 – Custos tabelados para algumas Utilidades

Serviço	Custo
Eletricidade	0,045 kWh
Combustível	
Carvão	0,35 \$ / GJ
Petróleo	1,30 \$ / GJ
Gás	1,26 \$ / GJ
Refrigeração (para a temperatura)	
5°C	20,0 \$ / GJ
-20°C	32,0 \$ / GJ
-50°C	60,0 \$ / GJ
Vaporização	
10^3 - 10^4 kPa	4,40 \$ / 1000 kg
Água Utilizada	
Distribuição	0,53 \$ / 1000 kg
Tratamento	0,53 \$ / 1000 kg
Lixo	
Tóxico	145,0 \$ / 1000 kg
Não-tóxico	36,0 \$ / 1000 kg
Água	
Refrigerada	0,08 \$ / 1000 kg
De processo	0,53 \$ / 1000 kg
Mão de Obra	
Qualificada	33,67 \$ / h
Comum	25,58 \$ / h

Fonte: elaborado pelo autor

Os Tipos requisitados de serviços são estabelecidos através das condições do mapa-fluxograma; sua quantidade pode ser estimada numa análise de custo preliminar através da consulta a informações de operações semelhantes.

Como primeira aproximação, os gastos com serviços gerais em processos químicos representam de 10% a 20% do custo total do produto. Em nosso estudo adotaremos o valor de 15% como uma boa estimativa.

Manutenção e Consertos: gastos com manutenção e reparos de equipamentos podem variar de 2% a 20% do custo do equipamento. Gastos com imobilizado variam de 3% a 4% do custo do mesmo. Nos processos industriais, o custo total com manutenção e reparos atinge de 2% a 10% do investimento fixo de capital (FCI), sendo 7% um valor razoável para ser adotado. A tabela 6-16 é um guia para estimação dos custos apresentados neste parágrafo.

Tabela 4.13 – Estimação do Custo para Manutenção e Reparos

Custo de Manutenção como porcentagem do FCI (base anual)			
Tipo de Operação	Salários	Material	Total
<i>Processos Químicos Simples</i>	1-3	1-3	2-6
<i>Processos com complexidade média</i>	2-4	3-5	5-9
<i>Processos complexos sujeitos a condições extremas</i>	3-5	4-6	7-11

Fonte: elaborado pelo autor

Operação de Estoque: aqui estão ferramentas como painéis, lubrificantes, produtos químicos em teste, e similares. O custo anual para esse classe de materiais é de 15% do total estimado para manutenção e consertos.

Gastos Laboratoriais: os gastos com teste de laboratório para controle das operações e da qualidade dos produtos está inserido nesse departamento. A soma anual desses gastos é de 10% a 20% do custo da mão de obra operacional, sendo que em nosso estudo adotaremos o valor de 15%.

Patentes e Royalties: alguns produtos e processos são protegidos por patentes. Para utilizá-los, é necessário pagar uma taxa ao dono dos direitos da patente. A aproximação para este tipo de custo é de 0% a 6% do custo total do produto. Nenhum custo com patentes e royalties será considerado em nossos cálculos, uma vez que o próprio IPT está desenvolvendo os processos químicos necessários.

Solventes e Catalisadores: os custos com solventes e catalisadores podem ser significantes, e devem ser estimados de acordo com os preços de cada processo em particular.

Custos Fixos: aqui estão os custos de depreciação, impostos locais, seguros, entre outros. Esses montantes representam de 10% a 20% do custo total do produto.

Depreciação: o prédio, os equipamentos e os outros objetos materiais da planta necessitam de um investimento inicial que deve retornar ao dono do projeto, e tal é feito considerando-se a depreciação como mais uma despesa da empresa. No presente trabalho usaremos uma taxa anual de depreciação constante, uma vez que desconsideramos o valor do dinheiro no tempo.

Financiamento: apesar das parcelas pagas pelo empréstimo de capital constituírem um valor fixo, muitas pessoas consideram que esse valor não deve fazer parte do custo operacional, mas sim das despesas com gerenciamento administrativo. Os valores das parcelas anuais representam de 5% a 10% do valor total do capital tomado no empréstimo.

Taxas Regionais: depende basicamente das leis regionais. Em áreas com alta densidade populacional, representam de 2% a 4% do investimento fixo de capital (FCI). Já em áreas menos povoadas, esse valor é de 1% a 2% do investimento fixo de capital (FCI).

Seguro da Propriedade: taxas de seguro dependem do tipo de processo que está sendo desenvolvido e na extensão da propriedade. Essas taxas somam 1% do investimento fixo de capital (FCI), por ano.

Aluguel: custos anuais com prédios ou terrenos alugados representam de 8% a 12% do valor da propriedade alugada. Vale ressaltar que em estudos preliminares os custos com aluguéis não são incluídos.

Despesas Gerais Indiretas

As despesas gerais indiretas constituem de 50% a 70% do valor das despesas totais com mão de obra direta, supervisão e manutenção. Aqui estão inclusas despesas com serviços gerais de rotina na planta.

Custos Administrativos

Neste setor estão inclusos gastos com todas as atividades relativas à administração da empresa, tais como salários dos administradores, secretárias, contadores, suporte tecnológico, advogados, entre outros. Para estimativas preliminares, a soma desses gastos representa de 15% a 25% dos gastos com a mão de obra operacional.

Despesas com Marketing e Distribuição

Todo processo de venda e distribuição dos produtos de uma empresa necessita de aporte de capital, principalmente com marketing, para que um produto seja divulgado e a empresa adquira uma maior fatia do mercado. Esses custos variam de 2% a 20% do custo total do produto. No nosso caso usaremos o valor de 20% pelo fato da PETROBRAS ser um novo concorrente num mercado já estabelecido.

Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento

Novos métodos e produtos precisam ser continuamente desenvolvidos para assegurar a competitividade da empresa no ramo em que ela está atuando. Na indústria química os gastos com pesquisa e desenvolvimento variam de 2% a 5% do custo total do produto.

Os custos com despesas gerais indiretas, administrativos, marketing e distribuição e pesquisa e desenvolvimento não excluídos da base de cálculo do custo final de produção dos nossos produtos, uma vez que necessitam de um nível de detalhamento que ainda não possuímos acerca do trabalho a ser desenvolvido.

Assim, aceitas as ponderações mencionadas acima, poderemos chegar a uma estimativa de ordem de grandeza (+/- 30% de acordo com Cooney) do custo final de produção das vitaminas B3 e B5.

4.6.1 Custo de Produção das Vitaminas

Para o cálculo do custo final das vitaminas mais algumas parametrizações devem ser feitas:

- O tempo de operação de uma usina no ano foi considerado como sendo de 7.920 horas;
- Necessitaremos de duas unidades para cada produto, de acordo com informações dos pesquisadores do IPT: uma para fermentação e uma para recuperação;
- O número de homens-hora por dia considerado foi extraído da figura 4.16;
- Foram considerados 330 dias úteis trabalhados no ano;
- O valor da glicerina será calculado em dois cenários: no primeiro seu custo é zero, uma vez que a PETROBRAS possui este produto em excesso originado da fabricação do biodiesel e não precisaria adquiri-lo no mercado; e no segundo cenário é adotado um custo para a glicerina de US\$ 230 / ton, média praticada no mercado hoje;
- O cálculo da depreciação dos equipamentos será feito utilizando-se o método linear, sem considerar-se a flutuação do dinheiro no tempo, e com um tempo de vida útil de 10 anos;

- O custo da mão de obra operacional foi adotado baseado no cenário brasileiro, onde a PETROBRAS instalaria sua usina, sendo de US\$ 10 / hora;
- O pedaço de mercado a ser adquirido pela PETROBRAS será considerado de duas maneiras em 2012: como 1% e 10% do mercado mundial.

As considerações feitas acima servem tanto para o cálculo do custo final da vitamina B3 como para o da B5. Abaixo temos assim as oito figuras com os custos finais de produção das vitaminas B3 e B5, sendo os quatro primeiros referentes à niacina e os quatro últimos referentes ao pantotenato de cálcio:

Título:	Data:		
Produto:	Capacidade, kg/d:	385	
Tempo de Operação, h/ano: 7920	Capacidade, kg/s:		
Capacidade, kg/ano: 126.900	Fixed Capital Investment (FCI)		
Unidades: 2	FCI (US\$)	1.521.300,37	
Homens-hora/dia etapa	28		
Dias trabalhados/ano: 330			Váriaveis utilizadas
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
			Valores calculados (US\$)
Matéria-prima			
Glicerol	0,5	253.800	0
			0
Mão-de-obra operacional		18480	10
			184.800
Supervisão operacional	0,15		27.720
Utilidades (15% custo produção)			
Água			
Resfriamento			
Processo			
Eletricidade			
Combustível			
Refrigeração			
Vapor			
Água para tratamento			64.007
Manutenção e reparos	0,07		106.491
Operação de estoque	0,15		15.974
Laboratório	0,15		27.720
Royalties			
Catalisadores e solventes			
			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
Impostos (propriedade)	0,02		0
Financiamento (lucro)	0,00		0
Seguro	0,01		0
Aluguel	0,00		0
Depreciação			
			Custo Total de Produção
			426.711,39

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
1.521.300,37	10	152.130,04
Custo de Produção (US\$ /kg / ano)		4,56

Figura 4.17 – Custo de produção da vitamina B3 a 1% da capacidade mundial e custo do glicerol zero
 Fonte: elaborado pelo autor

Título:		Data:	
Produto:		Capacidade, kg/d:	385
Tempo de Operação, h/ano: 7920		Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano: 126.900	126.900	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades: 2	2	FCI (US\$)	1.521.300,37
Homens-hora/dia.etapa 28	28	Váriáveis utilizadas	
Dias trabalhados/ano: 330	330		
Váriáveis utilizadas			
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
			Valores calculados (US\$)
Matéria-prima			
Glicerol	0,5	253.800	0,23 58.374
Mão-de-obra operacional		18480	10 184.800
Supervisão operacional	0,15		27.720
Utilidades (15% custo produção)			
Agua			
Resfriamento			
Processo			
Eletricidade			
Combustível			
Refrigeração			
Vapor			
Agua para tratamento			74.308
Manutenção e reparos	0,07		106.491
Operação de estoque	0,15		15.974
Laboratório	0,15		27.720
Royalties			
Catalisadores e solventes			
			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
Impostos (propriedade)	0,02		0
Financiamento (lucro)	0,00		0
Seguro	0,01		0
Aluguel	0,00		0
Depreciação			
			Custo Total de Produção 495.386,68

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
1.521.300,37	10	152.130,04
Custo de Produção (US\$ /kg / ano)		5,10

Figura 4.18 – Custo de produção da vitamina B3 a 1% da capacidade mundial e custo do glicerol de mercado

Fonte: elaborado pelo autor

Título:	Data:		
Produto:		Capacidade, kg/d:	3.845
Tempo de Operação, h/ano:	7920	Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano:	1.269.000	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades:	2	FCI (US\$)	17.455.143,51
Homens-hora/dia etapa	47		
Dias trabalhados/ano:	330	Váriáveis utilizadas	

	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)	Valores calculados (US\$)
Matéria-prima				
Glicerol	0,5	2.538.000	0	0
Mão-de-obra operacional		31020	10	310.200
Supervisão operacional	0,15			46.530
Utilidades (15% custo produção)				
Água				
Resfriamento				
Processo				
Eletricidade				
Combustível				
Refrigeração				
Vapor				
Agua para tratamento				319.129
Manutenção e reparos	0,07			1.221.860
Operação de estoque	0,15			183.279
Laboratório	0,15			46.530
Royalties				
Catalisadores e solventes				
			Total variável de custos de produção	
Depreciação (calculada separadamente)				
Impostos (propriedade)	0,02			0
Financiamento (lucro)	0,00			0
Seguro	0,01			0
Aluguel	0,00			0
Depreciação				
			Custo Total de Produção	2.127.528,30

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
17.455.143,51	10	1.745.514,35

Custo de Produção (US\$ /kg / ano)	3,05
---	-------------

Figura 4.19 – Custo de produção da vitamina B3 a 10% da capacidade mundial e custo do glicerol zero
 Fonte: elaborado pelo autor

Título:		Data:	
Produto:		Capacidade, kg/d:	3.845
Tempo de Operação, h/ano:	7920	Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano:	1.269.000	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades:	2	FCI (US\$)	17.455.143,51
Homens-hora/dia.etapa	47		
Dias trabalhados/ano:	330	Váriáveis utilizadas	
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
Matéria-prima			
Glicerol	0,5	2.538.000	0,23
			583.740
Mão-de-obra operacional		31020	10
			310.200
Supervisão operacional	0,15		46.530
Utilidades (15% custo produção)			
Água			
Resfriamento			
Processo			
Eletricidade			
Combustível			
Refrigeração			
Vapor			
Água para tratamento			422.142
Manutenção e reparos	0,07		1.221.860
Operação de estoque	0,15		183.279
Laboratório	0,15		46.530
Royalties			
Catalisadores e solventes			
			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
Impostos (propriedade)	0,02		0
Financiamento (lucro)	0,00		0
Seguro	0,01		0
Aluguel	0,00		0
Depreciação			

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
17.455.143,51	10	1.745.514,35

Figura 4.20 – Custo de produção da vitamina B3 a 10% da capacidade mundial e custo do glicerol de mercado

Fonte: elaborado pelo autor

Produto:		Capacidade, kg/d:	168
Tempo de Operação, h/ano: 7920		Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano:	55.300	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades:	2	FCI (US\$)	1.843.049,10
Homens-hora/dia.etapa	15		
Dias trabalhados/ano:	330	Váriáveis utilizadas	
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
			Valores calculados (US\$)
Matéria-prima			
<i>Glicerol</i>	0,5	110.600	0
			0
Mão-de-obra operacional		9900	10
			99.000
Supervisão operacional	0,15		14.850
Utilidades (15% custo produção)			
<i>Água</i>			
<i>Resfriamento</i>			
<i>Processo</i>			
<i>Eletricidade</i>			
<i>Combustível</i>			
<i>Refrigeração</i>			
<i>Vapor</i>			
<i>Água para tratamento</i>			48.894
Manutenção e reparos	0,07		129.013
Operação de estoque	0,15		19.352
Laboratório	0,15		14.850
Royalties			
Catalisadores e solventes			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
<i>Impostos (propriedade)</i>	0,02		0
<i>Financiamento (lucro)</i>	0,00		0
<i>Seguro</i>	0,01		0
<i>Aluguel</i>	0,00		0
Depreciação			
		Custo Total de Produção	325.959,36

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
1.843.049,10	10	184.304,91

Custo de Produção (US\$ /kg / ano) **9,23**

Figura 4.21 – Custo de produção da vitamina B5 a 1% da capacidade mundial e custo do glicerol zero
Fonte: elaborado pelo autor

Produto:		Capacidade, kg/d:	168
Tempo de Operação, h/ano:	7920	Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano:	55.300	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades:	2	FCI (US\$)	1.843.049,10
Homens-hora/dia.etapa	15		
Dias trabalhados/ano:	330		
		Váriáveis utilizadas	
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
			Valores calculados (US\$)
Matéria-prima			
Glicerol	0,5	110.600	0,23
			25.438
Mão-de-obra operacional		9900	10
			99.000
Supervisão operacional	0,15		14.850
Utilidades (15% custo produção)			
Água			
Resfriamento			
Processo			
Eletricidade			
Combustível			
Refrigeração			
Vapor			
Água para tratamento			53.383
Manutenção e reparos	0,07		129.013
Operação de estoque	0,15		19.352
Laboratório	0,15		14.850
Royalties			
Catalisadores e solventes			
			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
Impostos (propriedade)	0,02		0
Financiamento (lucro)	0,00		0
Seguro	0,01		0
Aluguel	0,00		0
Depreciação			
			Custo Total de Produção
			355.886,42

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
1.843.049,10	10	184.304,91

Custo de Produção (US\$ /kg / ano) **9,77**

Figura 4.22 – Custo de produção da vitamina B5 a 1% da capacidade mundial e custo do glicerol de mercado

Fonte: elaborado pelo autor

Produto:		Capacidade, kg/d:	1.676
Tempo de Operação, h/ano: 7920		Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano:	553.000	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades:	2	FCI (US\$)	31.030.932,73
Homens-hora/dia.etapa	32		
Dias trabalhados/ano:	330	Váriáveis utilizadas	
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
			Valores calculados (US\$)
Matéria-prima			
Glicerol	0,5	1.106.000	0
			0
Mão-de-obra operacional		21120	10
			211.200
Supervisão operacional	0,15		31.680
Utilidades (15% custo produção)			
Água			
Resfriamento			
Processo			
Eletricidade			
Combustível			
Refrigeração			
Vapor			
Água para tratamento			489.274
Manutenção e reparos	0,07		2.172.165
Operação de estoque	0,15		325.825
Laboratório	0,15		31.680
Royalties			
Catalisadores e solventes			
			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
Impostos (propriedade)	0,02		0
Financiamento (lucro)	0,00		0
Seguro	0,01		0
Aluguel	0,00		0
Depreciação			
			Custo Total de Produção
			3.261.823,63

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
31.030.932,73	10	3.103.093,27

Custo de Produção (US\$ /kg / ano) **11,51**

Figura 4.23 – Custo de produção da vitamina B5 a 10% da capacidade mundial e custo do glicerol zero
Fonte: elaborado pelo autor

Produto:		Capacidade, kg/d:	1.676
Tempo de Operação, h/ano:	7920	Capacidade, kg/s:	
Capacidade, kg/ano:	553.000	Fixed Capital Investment (FCI)	
Unidades:	2	FCI (US\$)	31.030.932,73
Homens-hora/dia etapa	32		
Dias trabalhados/ano:	330	Váriáveis utilizadas	
	Fator Sugerido	Quantidade (Kg/ano)	Custo por quantidade unitária (US\$/kg ou US\$/h)
			Valores calculados (US\$)
Matéria-prima			
Glicerol	0,5	1.106.000	0,23
			254.380
Mão-de-obra operacional		21120	10
			211.200
Supervisão operacional	0,15		31.680
Utilidades (15% custo produção)			
Água			
Resfriamento			
Processo			
Eletricidade			
Combustível			
Refrigeração			
Vapor			
Água para tratamento			534.164
Manutenção e reparos	0,07		2.172.165
Operação de estoque	0,15		325.825
Laboratório	0,15		31.680
Royalties			
Catalisadores e solventes			
			Total variável de custos de produção
Depreciação (calculada separadamente)			
Impostos (propriedade)	0,02		0
Financiamento (lucro)	0,00		0
Seguro	0,01		0
Aluguel	0,00		0
Depreciação			
			Custo Total de Produção
			3.561.094,22

FCI	Horizonte de Tempo (anos)	Depreciação/Ano
31.030.932,73	10	3.103.093,27

Custo de Produção (US\$ /kg / ano) 12,05

Figura 4.24 – Custo de produção da vitamina B5 a 10% da capacidade mundial e custo do glicerol de mercado

Fonte: elaborado pelo autor

No próximo tópico efetuaremos a análise dos resultados obtidos e as considerações cabíveis.

4.7 Conclusões e Análises dos Cenários

4.7.1 Vitamina B3 – Niacina

Em 2012, calculou-se que a demanda mundial de vitaminas B3 será de 12 690 toneladas por ano, e seu preço de mercado será em média de US\$ 9,20 / kg segundo especialistas consultados durante o projeto. Caso a PETROBRAS adquira uma fatia de 1% do mercado total, ou seja, 126 toneladas por ano, o custo de produção da niacina seria de apenas US\$ 5,10 / kg considerando o preço da glicerina e de US\$ 4,56 com a glicerina a custo zero, visto que ela seria um subproduto do processo de produção do biodiesel. Num cenário mais otimista, em que a empresa adquiriria uma fatia de 10% do mercado, ou 1 269 toneladas por ano, os custos de produção seriam de US\$ 3,59 e US\$ 3,05 com a glicerina a custo de mercado e a custo zero, respectivamente. Logo, mesmo considerando as altas barreiras de entrada nesse mercado devido à concentração das empresas, a PETROBRAS terá um grande poder de barganha no mercado por possuir um custo de produção muito baixo, podendo oferecer um preço para a niacina abaixo da média de mercado e garantir mercado consumidor à sua produção.

4.7.2 Vitamina B5 – Pantotenato de Cálcio

Analizando agora o segundo produto, a previsão de demanda para a vitamina B5 em 2012 é de 5 530 toneladas por ano, com um preço médio de mercado de US\$ 20,80 segundo dados coletados em publicações de associações químicas. Caso a PETROBRAS consiga um *market share* de 1% do mercado mundial, o equivalente a 55 toneladas por ano, seus custos de produção para o pantotenato de cálcio seriam de US\$ 9,77 e US\$ 9,23, considerando ou não o

custo do glicerol, respectivamente. Se a empresa adquirisse uma fatia maior, de 10% do mercado mundial ou 553 toneladas do produto por ano, seus custos de produção seriam de US\$ 12,05 e US\$ 11,51, no primeiro caso com o glicerol a custo de mercado e no segundo caso com o glicerol a custo zero. Portanto, recomenda-se fortemente à PETROBRAS a entrada nesse nicho de mercado uma vez que seus custos de produção estão muito inferiores à média de preço dos produtos analisados.

Para ambas as vitaminas os custos de produção encontrados ficaram abaixo da metade dos preços médios de mercado dos produtos em 2012, horizonte vislumbrado. Tal fato sugere de maneira vigorosa a produção de tais vitaminas e a disputa por uma parte do mercado com as empresas já existentes. Porém devemos ressaltar que os dados aqui apresentados constituem apenas um estudo preliminar, com uma ordem de erro de 30% para mais ou para menos. Além disso, os mercados de vitaminas são muito concentrados e oligopolizados, principalmente das vitaminas B3 e B5, o que dificulta razoavelmente a entrada de um novo competidor. Todos esses fatos devem ser levados em conta pela empresa na decisão sobre entrar nesse nicho de mercado ou buscar usos alternativos para o excesso de glicerina que incorram em menores riscos futuros, assim como retornos previstos com maior acurácia.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES FINAIS E APRENDIZADO OBTIDO

5 Conclusões Finais e Aprendizado Obtido

Ao longo deste projeto e da realização do meu estágio no IPT pude aprender na prática inúmeros conceitos fornecidos em sala de aula durante o curso de engenharia de produção. Tive contato com profissionais das mais diversas áreas, além de poder trabalhar com pessoal especializado de uma das maiores empresas do Brasil e do mundo.

Muitas dificuldades foram enfrentadas ao longo do caminho, mostrando que na prática nem sempre é possível a aplicação perfeita da teoria, requisitando alguns ajustes substanciais que só podem ser fornecidos por alguém com experiência no mercado e que tenha sensibilidade para definir exatamente quais variáveis necessitam ser estudadas e quais são irrelevantes. Também aprendi ao longo do projeto a trabalhar em equipe buscando um objetivo comum, vantagem que acelera fortemente a aquisição dos resultados esperados.

Para trabalhos futuros recomendo a troca de informações com outras empresas já produtoras das substâncias em estudo, porém tal fato pode ser complicado de ser realizado em vista do grande sigilo mantido pelas mesmas no mercado de vitaminas. Muitas das informações aqui apresentadas tiveram que ser buscadas em inúmeros relatórios, faltando uma base de dados consolidada com as informações de mercado que facilitaria muito o trabalho realizado.

Referências Bibliográficas

BALLOU Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Planejamento, Organização e Logística Empresarial. Porto Alegre : Bookman, 2001.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Apresenta recursos e atividades desenvolvidas. Disponível em: <http://www.bnDES.gov.br>.

BLOOMBERG. Bloomberg Anywhere. Disponível em: <https://bba.bloomberg.net/>. Acesso em: 28 set. 2008.

Clark, D.S. **Biochemical Engineering**, H. W. Blanch, D.S. Clark, 2003.

Connor, J. M. **Global Price Fixing**. USA, Springer, 2007

Cooney, C. L. **Downstream processing course**. 2004

COSTA, Reinaldo P. da. Análise Econométrica : Discussão Metodológica e Estudo de Caso. São Paulo : Trabalho de Econometria I – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, EPUSP, 1994.

DORNELLES, R. Programa nacional de produção e uso do biodiesel. Apresentação. 18 mai. 2006.

F.O. LICHT. F.O. Licht's world ethanol & biofuels report. 2006.

GITMAN, Lawrence J. Princípios de administração financeira. 7. ed. Habra, 2002

HANKE, J.E./REITSCH, A.G.: Business Forecasting, 6 ed, Upper Saddle River, Presentice Hall, 1998.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN R. J. Forecasting – Methods and Applications. John Wiley & Sons, 1998.

PARENTE, E. J. S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. 2003. Fortaleza, Tecbio, 2003.

PETERS, M.S.; TIMMERHAUSS, K. D. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. New York : McGraw-Hill, 1991.

PINDYDK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. Econometric models and Economic Forecasts. 2.ed. Cingapura: McGraw-Hill, 1986

PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva : Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência. Rio de Janeiro : Campus, 1991.

SANTORO, Miguel C. Planejamento, Programação e Controle da Produção.

São Paulo : Apostila – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, EPUSP, 2000.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos, Planejamento, Elaboração e Análise.** São Paulo : Atlas, 1994.

WRIGHT, P; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração Estratégica : Conceitos.** São Paulo : Atlas, 2000.